

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra dopravního stavitelství

Mikrosimulační model křižovatky Opavská – Sokolovská – Porubská v Ostravě – Porubě
Micro Simulation Model of the Intersection Opavska – Sokolovska – Porubska
in Ostrava-Poruba

Student:

Bc. René Ryman

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Vladislav Krivda, Ph.D.

Ostrava 2016

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. René Ryman**
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby
Specializace: 02 Dopravní inženýrství
Téma: **Mikrosimulační model křižovatky Opavská - Sokolovská - Porubská v Ostravě-Porubě**
Micro Simulation Model of the Intersection Opavska - Sokolovska - Porubska in Ostrava-Poruba

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je vytvořit mikrosimulační model křižovatky Opavská - Sokolovská - Porubská v Ostravě-Porubě. Bude použit program PTV VISSIM, ve kterém budou vytvořeny modely současného uspořádání křižovatky a různé variantní návrhy. Každý model bude zatížen výchozím i výhledovým zatížením a budou provedena srovnání pro jednotlivé typy křižovatek a jednotlivá zatížení. Práce bude obsahovat potřebné kapacitní a prognostické výpočty a také vyhodnocení s použitím základních statistických metod.

Seznam doporučené odborné literatury:

Uživatelský manuál k programu PTV VISSIM

TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích: Technické podmínky. 2. vyd. Brno: CDV Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9

TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: Technické podmínky. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2005, 54 s.

TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9

TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 56 s. ISBN 978-80-87394-02-01

TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 52 s. ISBN 978-80-87394-03-8

FOLPRECHT, Jan a Vladislav KŘIVDA. *Organizace a řízení dopravy I.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1

KŘIVDA, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy II.* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8

ČSN 73 6102. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích (vč. změn)*

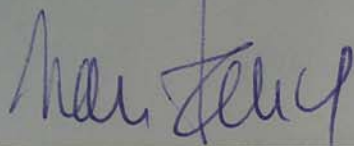
DOLEŽALOVÁ, Jarmila a Lubomír PAVELKA. *Pravděpodobnost a statistika* Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005, 176 s. ISBN 80-248-0948-6

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.**

Datum zadání: 29.02.2016

Datum odevzdání: 30.11.2016



Ing. Ivan Fencl, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty



Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 30. 11. 2016

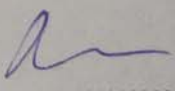


.....
Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 30. 11. 2016


.....
Podpis studenta

Anotace

Bc. RYMAN, René. *Mikrosimulační model křižovatky Opavská – Sokolovská - Porubská v Ostravě – Porubě*. VŠB - TU Ostrava, Fakulta stavební, 2016, 75 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.

Předmětem diplomové práce „Mikrosimulační model křižovatky Opavská – Sokolovská - Porubská“ je s využitím mikrosimulačních modelů analyzovat bezpečnost a plynulost této křižovatky v Ostravě – Porubě a navrhnout opatření na zvýšení plynulosti a bezpečnosti. První část diplomové práce je věnována dopravně inženýrskému průzkumu včetně videoanalýzy konfliktních situací, ze kterých byly získány údaje o intenzitě dopravy, skladbě dopravních proudů, směrovém vedení dopravních proudů a o konfliktních situacích. Druhá část je věnována samotnému vytváření mikrosimulačních modelů a návrhů na zvýšení plynulosti a bezpečnosti. Tato část obsahuje návrhy úprav stávajících řadících pruhů a přidání nových samostatných řadících pruhů na křižovatce. V poslední části je provedena analýza získaných dat z programu PTV VISSIM.

Anotation

The subject of the thesis " Micro Simulation Model of the Intersection Opavska - Sokolovska– Porubska in Ostrava-Poruba " is to analyze the safety and the traffic flow of this intersection in Ostrava – Poruba with using Micro Simulation Model and suggest some measures to increase the traffic flow and safety. The first part of the thesis deals with traffic engineering and monitoring, and includes a video analysis of conflict situations, from which the data of traffic intensity, structure of traffic flow, directional traffic flow control and conflict situations were obtained. The second part deals with the actual creating micro simulations models and proposals to improve the flow and safety. This part includes a draft amendment of the existing shift lanes and adding new separate shifting lanes. The last part of the thesis includes an analysis of data from PTV VISSIM.

Klíčová slova

křižovatka, Ostrava, doprava, videoanalýza, kapacitní posouzení, nehodovost, bezpečnost, mikrosimulační mode, PTV VISSIM

Keywords

Intersection, Ostrava, Traffic, Video Analysis, Capacity Assessments, Accidents, Traffic Safety, Micro Simulation Models, PTV VISSIM

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Popis lokality.....	1
2	Dopravně inženýrský průzkum	2
2.1	Označení ramen.....	2
2.2	Intenzita dopravy.....	2
2.3	Určení špičkové hodiny	4
2.4	Intenzita tramvajové dopravy	6
2.5	Roční průměr denních intenzit dopravy.....	6
3	Nehodovost	14
3.1	Zjištěná nehodovost	14
3.2	Ukazatel relativní nehodovosti.....	15
4	Videoanalýza konfliktních situací	16
4.1	Přiblížení metody.....	16
4.2	Konfliktní situace	17
4.3	Vlastní provedení videoanalýzy konfliktních situací.....	18
5	Výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ – Původní stav	21
5.1	Zohlednění skladby dopravních proudů.....	21
5.2	Saturovaný tok vjezdu	22
5.3	Kapacita vjezdu.....	26
5.4	Výpočet rezervy kapacity	29
5.5	Střední doba zdržení.....	30
5.6	Délka fronty na vjezdu.....	31
5.7	Úroveň kvality dopravy.....	32
5.8	Závěr výpočtu	33
6	Prognóza intenzity dopravy.....	34
7	Výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ – Výhledový stav.....	35
7.1	Zohlednění skladby dopravních proudů.....	35
7.2	Saturovaný tok vjezdu	36
7.3	Kapacita vjezdu.....	38
7.4	Výpočet rezervy kapacity	40
7.5	Střední doba zdržení.....	41

7.6	Délka fronty na vjezdu.....	42
7.7	Úroveň kvality dopravy.....	43
7.8	Závěr výpočtu	44
8	Vytváření modelu v programu PTV VISSIM	45
8.1	Postup vytváření modelu současného stavu	45
9	Analýza získaných dat z programu PTV VISSIM pro model současného stavu (výchozí intenzita dopravy)	46
9.1	Vyhodnocení střední doby zdržení	46
9.2	Vyhodnocení délky fronty na vjezdech	48
9.3	Vyhodnocení cestovního času	48
10	Analýza získaných dat z programu PTV VISSIM pro model současného stavu (výhledový rok)	49
10.1	Vyhodnocení průměrné doby zdržení	49
10.2	Vyhodnocení délky fronty na vjezdech	51
10.3	Srovnání průměrného cestovního času u modelů křižovatky pro výchozí a výhledový rok .	51
11	Návrhy úprav řešené křižovatky	52
11.1	Návrh č. 1.....	52
11.2	Návrh č. 2.....	54
11.3	Návrh č. 3.....	55
11.4	Návrh č. 4.....	55
12	Analýza získaných dat z programu PTV VISSIM pro návrh č. 1.....	57
12.1	Vyhodnocení střední doby zdržení	57
12.2	Vyhodnocení délky fronty na vjezdech	61
12.3	Srovnání průměrného cestovního času.....	62
13	Analýza získaných dat z programu PTV VISSIM pro návrh č. 2.....	63
13.1	Vyhodnocení střední doby zdržení	63
14	Analýza získaných dat z programu PTV VISSIM pro návrh č. 3.....	64
14.1	Vyhodnocení střední doby zdržení	64
14.2	Vyhodnocení délky fronty na vjezdech	65
14.3	Vyhodnocení cestovního času	66
15	Vyhodnocení získaných dat z programu PTV VISSIM pro návrh č. 4	67
15.1	Vyhodnocení střední doby zdržení	67
15.2	Vyhodnocení délky fronty na vjezdech	68
15.3	Vyhodnocení cestovního času	69
16	Zhodnocení návrhů úprav	70

Srovnání střední doby zdržení	70
Srovnání průměrné délky front	71
Srovnání délky cestovního času	71
16.1 Metoda párového porovnání	72
17 Závěr	74
18 Seznam použité literatury	75
Přílohy a výkresová část	

Použité zkratky

JDVM	jednotná dopravní vektorová mapa
KS	konfliktní situace
MK	místní komunikace
PK	pozemní komunikace
TP	technické podmínky
ÚKD	úroveň kvality dopravy

Seznam veličin

a	podélný sklon vjezdu [%]
C_L	kapacita levého odbočení ovlivněného protisměrem [pvoz/h]
C_S	kapacita na stopčáře [pvoz/h]
C_V	kapacita běžného vjezdu [pvoz/h]
f	podíl odbočujících vozidel z jízdního pruhu (0 – 1)
h_i^j	dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu [-]
I	průměrná denní intenzita provozu [voz/24hod]
I_m	intenzita dopravy daného druhu vozidla [voz/doba průzkumu]
I_P	návrhová intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h]
I_t	týdenní průměr denních intenzit [voz/den]
I_V	návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]
$K_{d,t}$	přepočtový koeficient zohledňující týdenní variace intenzit dopravy [-]
k_i	nenormovaná váha [-]
$K_{m,d}$	přepočtový koeficient zohledňující denní variace intenzit dopravy [-]
K_{obl}	koeficient oblouku [-]
K_{skl}	koeficient sklonu [-]
$K_{t,RPDI}$	přepočtový koeficient zohledňující roční variace intenzit dopravy [-]
L_F	délka fronty na vjezdu[m]
n	počet kritérií [-]
N_A	počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla při dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočujícími vlevo [pvoz]
N_O	celkový počet nehod ve sledovaném období [počet nehod / mil. vozkm a rok]
n_p	počet řadících pruhů, které společně tvoří jeden vjezd
p_i	pořadí i-tého kritéria v jeho preferenčním uspořádání [-]

P_i^r	podíl denní intenzity dopravy měsíce i v roce k k ročnímu průměru denních intenzit dopravy [%]
R	relativní nehodovost [-]
R	poloměr oblouku pro odbočení [m]
REZ	rezerva kapacity vjezdu [%]
$RPDI$	roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den]
S_i	saturovaný tok řadícího pruhu [pvoz/h]
S_L	saturovaný tok pro levé odbočení [pvoz/h]
S_P	saturovaný tok protisměru [pvoz/h]
S_V	saturovaný tok vjezdu [pvoz/h]
$S_{ZÁKL}$	Základní saturovaný tok 2000 pvoz/h
t	sledované období [roky]
t_c	délka cyklu [s]
t_w	střední doba zdržení [s]
z'	délka efektivní zelené [s]
Z_0	délka části zeleného signálu neovlivněná protisměrem (zpravidla zbývající délka zeleného signálu po skončení zeleného signálu v protisměru [s]
Z_P	délka zeleného signálu v protisměru [s]

1 Úvod

1.1 Popis lokality

Křižovatka Opavská – Sokolovská – Porubská se nachází v obci Ostrava, městské části Poruba. Statutární město Ostrava se nachází v Moravskoslezském kraji s počtem obyvatel 290 953 [1] a řadí se na třetí místo nejlidnatějších měst České Republiky. Obcí je vedena dálnice D1, kterou je možné využít jako spojení z Ostravy do přilehlých měst Bohumín a Studénka.



Obr. 1 Mapa širších vztahů [2]

Křižovatka Opavská – Sokolovská – Porubská je křižovatkou čtyřramennou, průsečnou, řízenou světelným signalizačním zařízením. Křižovatkou je vedena tramvajová trať. Směrové vedení tramvajové trati je ve směru přímém a ve směru odbočení na ulici Sokolovská. Křižovatka je umístěna v intravilánu. Hlavní pozemní komunikace je vedena v přímém směru a je tvořena silnicí druhé třídy č. II/479. Silnice č. II/479 vede od křižovatky Opavská – 17. Listopadu do centra města. Rameno křižovatky ulice Sokolovská je tvořeno místní komunikací I. třídy v úseku Opavská - Martinovská a rameno ulice Porubská místní komunikací II. třídy v úseku Opavská - Nábřeží SPB.



Obr. 2 Křižovatka Opavská – Sokolovská – Porubská [2]

2 Dopravně inženýrský průzkum

Na křižovatce Opavská – Sokolovská – Porubská prováděla v roce 2013 sčítání dopravy firma OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE a.s. pomocí sčítačů a smyček. Pro potřeby diplomové práce jsou údaje z roku 2013 dostačující. Po vzájemné dohodě firma získaná data ze sčítání dopravy poskytla. Sčítání probíhalo dne 19. 6. 2013 ve středu v běžný pracovní den od 7:00 do 11:00 a od 13:00 do 17:00.

V další části dopravně inženýrského průzkumu je provedeno natáčení předmětné křižovatky. Videozáznam sloužil pro vyhodnocování videoanalýzy konfliktních situací. Videoanalýza KS je popsána ve čtvrté kapitole.

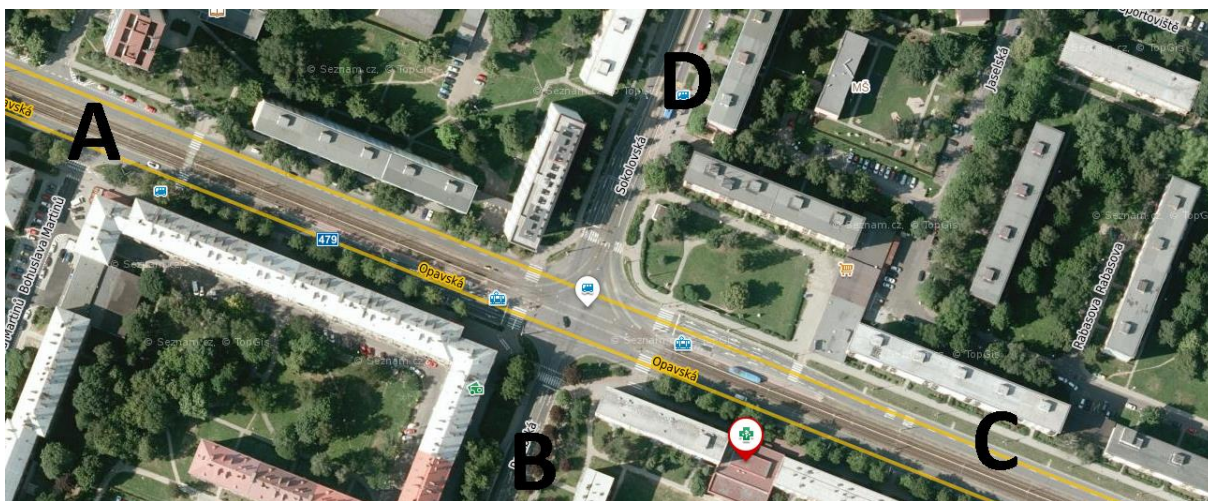
2.1 Označení ramen

Rameno A – Ulice Opavská vedená od ulice 17. Listopadu

Rameno B – Ulice Porubská vedená od ulice Hlavní Třída

Rameno C – Ulice Opavská vedená od ulice Marinovská

Rameno D – Ulice Sokolovská vedená od ulice Slavíková



Obr. 3 Označení ramen na křižovatce Opavská – Sokolovská – Porubská [2]

2.2 Intenzita dopravy

Ze sčítání dopravy provedené firmou Ostravské komunikace a.s. vyplývá, že křižovatkou v době od 7:00 do 11:00 projelo 7072 vozidel, a v době od 13:00 – 17:00 projelo vozidel 7526. Z tohoto důvodu jsou v diplomové práci využita data pro zjištění špičkové hodiny získané v době od 13:00 do 17:00.

Tab. 1 Intenzita dopravy z ramen A (Opavská od 17. Listopadu) a B (Porubská od Hlavní Třídy)
[3] – úprava Bc. René Ryman [voz/4hod]

čas		Z ramene A do			Z ramene B do		
od	do	Ramene B	Ramene C	Ramene D	Ramene A	Ramene C	Ramene D
13:00	13:15	25	102	5	15	16	66
13:15	13:30	20	85	10	13	19	36
13:30	13:45	17	122	7	21	20	38
13:45	14:00	14	75	7	17	9	53
14:00	14:15	11	98	12	14	15	57
14:15	14:30	19	107	3	14	23	41
14:30	14:45	34	115	4	12	18	53
14:45	15:00	20	109	17	12	16	60
15:00	15:15	37	131	14	31	21	54
15:15	15:30	20	128	10	31	17	59
15:30	15:45	25	117	16	32	14	57
15:45	16:00	31	95	16	30	17	56
16:00	16:15	23	85	18	53	23	57
16:15	16:30	26	101	9	22	22	62
16:30	16:45	28	91	9	28	11	46
16:45	17:00	22	83	13	19	9	45
za 13-17		372	1644	170	364	270	840

Tab. 2 Intenzita dopravy z ramen C (Opavská od Martinovská) a D (Sokolovská od Slavíková)
[3] – úprava Bc. René Ryman [voz/4hod]

čas		Z ramene C do			Z ramene D do		
od	do	Ramene A	Ramene B	Ramene D	Ramene A	Ramene B	Ramene C
13:00	13:15	109	15	10	9	37	13
13:15	13:30	118	25	10	15	39	6
13:30	13:45	98	22	6	8	44	10
13:45	14:00	114	21	13	9	31	11
14:00	14:15	118	16	7	5	59	18
14:15	14:30	148	25	23	2	52	10
14:30	14:45	138	33	23	6	49	19
14:45	15:00	157	31	23	10	44	7
15:00	15:15	141	27	20	9	51	18
15:15	15:30	166	37	13	7	50	11
15:30	15:45	159	31	12	8	46	8
15:45	16:00	129	25	12	15	45	11
16:00	16:15	134	38	20	11	56	7
16:15	16:30	148	35	23	7	31	7
16:30	16:45	141	25	18	12	38	2
16:45	17:00	120	40	13	10	57	6
za 13-17		2138	446	246	143	729	164

Tab. 5 Odhad špičkové hodiny ze získaného sčítání dopravy

Čas		Celkový počet vozidel projíždějících křižovatkou v době průzkumu [voz/4hod]	Hodinová intenzita dopravy [voz/hod]	
13:00	13:15	422	13:00 - 14:00	1605
13:15	13:30	396	13:15 - 14:15	1613
13:30	13:45	413	13:30 - 14:30	1684
13:45	14:00	374	13:45 - 14:45	1775
14:00	14:15	430	14:00 - 15:00	1907
14:15	14:30	467	14:15 - 15:15	2031
14:30	14:45	504	14:30 - 15:30	2113
14:45	15:00	506	14:45 - 15:45	2134
15:00	15:15	554	15:00 - 16:00	2110
15:15	15:30	549	15:15 - 16:15	2081
15:30	15:45	525	15:30 - 16:30	2025
15:45	16:00	482	15:45 - 16:45	1949
16:00	16:15	525	16:00 - 17:00	1904
16:15	16:30	493		
16:30	16:45	449		
16:45	17:00	437		

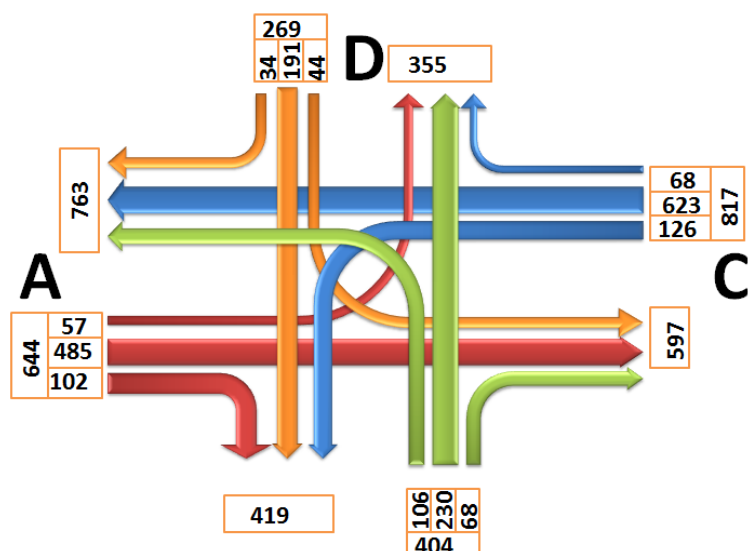
Z vyhodnocení hodinových intenzit lze odhadnout špičkovou hodinu, pro kterou se určil čas od 14:45 – 15:45, kdy křižovatkou projelo 2134 vozidel. Pro vytváření následných mikrosimulačních modelů budou použity hodnoty odpovídající špičkové hodině.

Tab. 6 Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramen A a B [voz/h]

Typ vozidla	Z ramene A do			Z ramene B do		
	Ramene B	Ramene C	Ramene D	Ramene A	Ramene C	Ramene D
Osobní	93	425	50	102	63	179
L + S Nákladní	8	36	4	4	3	16
T Nákladní	0	7	0	0	1	2
Bus	0	13	0	0	0	26
Motocykl	1	4	3	0	1	7
Celkem	102	485	57	106	68	230

Tab. 7 Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramen C a D [voz/h]

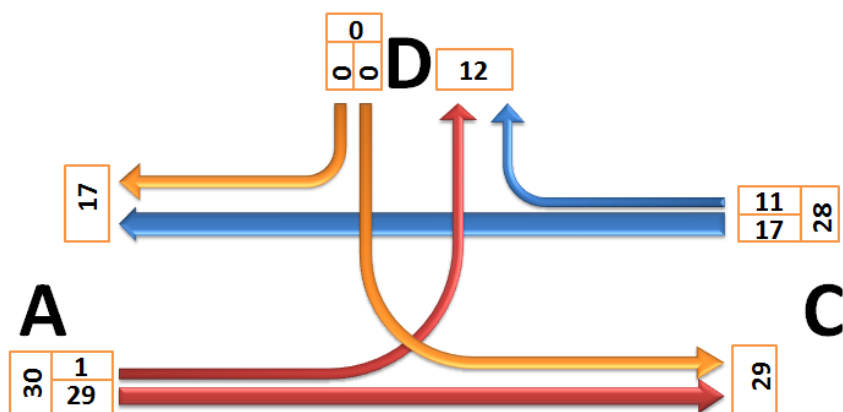
Typ vozidla	Z ramene C do			Z ramene D do		
	Ramene A	Ramene B	Ramene D	Ramene A	Ramene B	Ramene C
Osobní	586	116	64	33	153	40
L + S Nákladní	19	8	2	0	12	1
T Nákladní	2	0	1	1	2	2
Bus	11	0	0	0	22	0
Motocykl	5	2	1	0	2	1
Celkem	623	126	68	34	191	44



Obr. 5 Pentlogram zobrazující intenzitu dopravních proudů ve špičkové hodině [voz/h]

2.4 Intenzita tramvajové dopravy

Intenzita tramvajové dopravy se zjišťovala z jízdního řádu přilehlých tramvajových stanic, a poté se provedlo ověření z pořízeného videozáznamu.



Obr. 6 Pentlogram zobrazující intenzitu tramvajové dopravy ve špičkové hodině [voz/h]

2.5 Roční průměr denních intenzit dopravy

Stanovení ročního průměru denních intenzit se provedlo v souladu s TP 189, v němž je popsána metodika stanovení RPDI. Výpočet je založen na přepočtu intenzity dopravy získané z provedeného dopravního průzkumu pomocí koeficientů, které charakterizují denní, týdenní a roční variace intenzity dopravy.

Stanovení odhadu hodnoty RPDI z výsledku krátkodobého průzkumu se provede pro každý druh vozidla x dle vzorce uvedeného v TP 189 [4]

$$RPDI_x = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI}$$

I_m intenzita dopravy daného druhu vozidla [voz/doba průzkumu]

$K_{m,d}$ přepočtový koeficient zohledňující denní variace intenzit dopravy [-]

$K_{d,t}$ přepočtový koeficient zohledňující týdenní variace intenzit dopravy [-]

$K_{t,RPDI}$ přepočtový koeficient zohledňující roční variace intenzit dopravy [-]

Denní intenzita dopravy

Denní intenzita dopravy pro jednotlivé druhy vozidel se určila ze vztahu uvedeného v TP189 [4].

$$I_d = I_m \cdot K_{m,d}$$

Hodnoty $K_{m,d}$ pro jednotlivé druhy vozidel (pro ramena A a C – silnice II/479 se smíšeným provozem):

- Osobní vozidla $K_{m,d} = 3,24$
- Motocykly $K_{m,d} = 3,10$
- Nákladní vozidla $K_{m,d} = 3,74$
- Nákladní soupravy $K_{m,d} = 3,91$
- Autobusy $K_{m,d} = 3,82$

Hodnoty $K_{m,d}$ pro jednotlivé druhy vozidel (pro ramena B a D – MK II. třídy):

- Osobní vozidla $K_{m,d} = 3,23$
- Motocykly $K_{m,d} = 3,10$
- Nákladní vozidla $K_{m,d} = 3,73$
- Nákladní soupravy $K_{m,d} = 3,90$
- Autobusy $K_{m,d} = 3,82$

Týdenní průměr denních intenzit dopravy

Týdenní průměr denních intenzit dopravy se stanoví dle TP 189 [4] vztahem:

$$I_t = I_d \cdot K_{d,t}$$

I_t týdenní průměr denních intenzit [voz/den]

I_d denní intenzita dopravy dne průzkumu [voz/den]

$K_{d,t}$ přepočtový koeficient zohledňující týdenní variace intenzit dopravy [-]

Hodnoty přepočtových koeficientů $K_{d,t}$ se vypočtou pomocí vztahu:

$$K_{d,t} = \frac{100\%}{P_i^t}$$

P_i^t podíl denní intenzity dopravy v den průzkumu i k týdennímu průměru denních intenzit dopravy [%]

Hodnoty $K_{d,t}$ pro jednotlivé druhy vozidel (pro ramena A a C – silnice II/479 se smíšeným provozem):

- Osobní vozidla $K_{d,t} = \frac{100}{P_i^t} = \frac{100}{103,8} = 0,963$
- Motocykly $K_{d,t} = \frac{100}{P_i^t} = \frac{100}{94,4} = 1,059$
- Nákladní vozidla $K_{d,t} = \frac{100}{P_i^t} = \frac{100}{124} = 0,805$
- Nákladní soupravy $K_{d,t} = \frac{100}{P_i^t} = \frac{100}{127,2} = 0,786$
- Autobusy $K_{d,t} = \frac{100}{P_i^t} = \frac{100}{118,4} = 0,846$

Hodnoty $K_{d,t}$ pro jednotlivé druhy vozidel (pro ramena B a D – MK II. třídy):

- Osobní vozidla $K_{d,t} = \frac{100}{P_i^t} = \frac{100}{108,6} = 0,921$
- Motocykly $K_{d,t} = \frac{100}{P_i^t} = \frac{100}{94,4} = 1,059$
- Nákladní vozidla $K_{d,t} = \frac{100}{P_i^t} = \frac{100}{122} = 0,820$
- Nákladní soupravy $K_{d,t} = \frac{100}{P_i^t} = \frac{100}{127,2} = 0,786$
- Autobusy $K_{d,t} = \frac{100}{P_i^t} = \frac{100}{118,4} = 0,846$

Roční průměr denních intenzit

Roční průměr denních intenzit dopravy se stanoví dle TP 189 [4] vztahem:

$$RPDI = I_t \cdot K_{t,RPDI}$$

RPDI roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den]

I_t týdenní průměr denních intenzit dopravy v týdnu průzkumu [voz/den]

$K_{t,RPDI}$ přepočtový koeficient zohledňující roční variace intenzit dopravy [-]

Hodnoty přepočtových koeficientů $K_{t,RPDI}$ se vypočtou pomocí vztahu:

$$K_{t,RPDI} = \frac{100\%}{P_i^r}$$

P_i^r podíl denní intenzity dopravy měsíce i v roce k ročnímu průměru denních intenzit dopravy [%]

Hodnoty $K_{t,RPDI}$ pro jednotlivé druhy vozidel (pro ramena A a C – silnice II/479 se smíšeným provozem):

- Osobní vozidla $K_{t,RPDI} = \frac{100}{P_i^r} = \frac{100}{109,5} = 0,913$
- Motocykly $K_{t,RPDI} = \frac{100}{P_i^r} = \frac{100}{150,2} = 0,666$
- Nákladní vozidla $K_{t,RPDI} = \frac{100}{P_i^r} = \frac{100}{105,5} = 0,948$
- Nákladní soupravy $K_{t,RPDI} = \frac{100}{P_i^r} = \frac{100}{106,9} = 0,936$
- Autobusy $K_{t,RPDI} = \frac{100}{P_i^r} = \frac{100}{111,8} = 0,895$

Hodnoty $K_{t,RPDI}$ pro jednotlivé druhy vozidel (pro ramena B a D – MK II. třídy):

- Osobní vozidla $K_{t,RPDI} = \frac{100}{P_i^r} = \frac{100}{100,6} = 0,994$
- Motocykly $K_{t,RPDI} = \frac{100}{P_i^r} = \frac{100}{150,2} = 0,666$
- Nákladní vozidla $K_{t,RPDI} = \frac{100}{P_i^r} = \frac{100}{100,6} = 0,994$
- Nákladní soupravy $K_{t,RPDI} = \frac{100}{P_i^r} = \frac{100}{100,6} = 0,994$
- Autobusy $K_{t,RPDI} = \frac{100}{P_i^r} = \frac{100}{111,8} = 0,895$

Výpočet RPDI

Pro jednotlivé druhy vozidel jedoucích z ramene A

Do ramene B

$$RPDI_{O,A-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 337,3 \cdot 24,0 \cdot 963,0 \cdot 913 = \mathbf{960 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,A-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 4,3 \cdot 10,1 \cdot 059,0 \cdot 666 = \mathbf{9 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,A-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 30,3 \cdot 74,0 \cdot 805,0 \cdot 948 = \mathbf{86 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,A-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 0 \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = \mathbf{0 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,A-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 1,3 \cdot 91,0 \cdot 786,0 \cdot 936 = \mathbf{3 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene A do ramene B

$$RPDI = RPDI_{O,A-B} + RPDI_{M,A-B} + RPDI_{N,A-B} + RPDI_{A,A-B} + RPDI_{K,A-B}$$

$$RPDI = 960 + 9 + 86 + 0 + 3 = \mathbf{1058 \text{ voz/den}}$$

Do ramene C

$$RPDI_{O,A-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 1465.3,24.0,963.0,913 = \mathbf{4173 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,A-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 14.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{31 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,A-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 107.3,74.0,805.0,948 = \mathbf{306 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,A-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 33.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{96 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,A-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 25.3,91.0,786.0,936 = \mathbf{72 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene A do ramene C

$$RPDI = RPDI_{O,A-C} + RPDI_{M,A-C} + RPDI_{N,A-C} + RPDI_{A,A-C} + RPDI_{K,A-C}$$

$$RPDI = 4173 + 31 + 306 + 96 + 72 = \mathbf{4678 \text{ voz/den}}$$

Do ramene D

$$RPDI_{O,A-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 155.3,24.0,963.0,913 = \mathbf{442 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,A-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 4.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{9 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,A-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 11.3,74.0,805.0,948 = \mathbf{32 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,A-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 0.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{0 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,A-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 0.3,91.0,786.0,936 = \mathbf{0 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene A do ramene D

$$RPDI = RPDI_{O,A-D} + RPDI_{M,A-D} + RPDI_{N,A-D} + RPDI_{A,A-D} + RPDI_{K,A-D}$$

$$RPDI = 442 + 9 + 32 + 0 + 0 = \mathbf{483 \text{ voz/den}}$$

Pro jednotlivé druhy vozidel jedoucích z ramene B

Do ramene A

$$RPDI_{O,B-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 322.3,23.0,921.0,994 = \mathbf{952 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,B-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 4.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{9 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,B-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 38.3,73.0,820.0,944 = \mathbf{110 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,B-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 0.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{0 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,B-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 0.3,90.0,786.0,994 = \mathbf{0 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene B do ramene A

$$RPDI = RPDI_{O,B-A} + RPDI_{M,B-A} + RPDI_{N,B-A} + RPDI_{A,B-A} + RPDI_{K,B-A}$$

$$RPDI = 952 + 9 + 100 + 0 + 0 = \mathbf{1061 \text{ voz/den}}$$

Do ramene C

$$RPDI_{O,B-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 251.3,23.0,921.0,994 = \mathbf{742 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,B-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 1.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{2 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,B-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 16.3,73.0,820.0,944 = \mathbf{46 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,B-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 0.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{0 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,B-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 2.3,90.0,786.0,994 = \mathbf{6 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene B do ramene C

$$RPDI = RPDI_{O,B-C} + RPDI_{M,B-C} + RPDI_{N,B-C} + RPDI_{A,B-C} + RPDI_{K,B-C}$$

$$RPDI = 742 + 2 + 46 + 6 = \mathbf{526 \text{ voz/den}}$$

Do ramene D

$$RPDI_{O,B-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 679.3,23.0,921.0,994 = \mathbf{2007 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,B-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 15.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{30 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,B-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 49.3,73.0,820.0,944 = \mathbf{141 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,B-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 88.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{256 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,B-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 9.3,90.0,786.0,994 = \mathbf{27 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene B do ramene D

$$RPDI = RPDI_{O,B-D} + RPDI_{M,B-D} + RPDI_{N,B-D} + RPDI_{A,B-D} + RPDI_{K,B-D}$$

$$RPDI = 2007 + 30 + 141 + 256 + 27 = \mathbf{2461 \text{ voz/den}}$$

Pro jednotlivé druhy vozidel jedoucích z ramene C do ramene A

$$RPDI_{O,C-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 1962.3,24.0,963.0,913 = \mathbf{5589 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,C-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 20.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{45 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,C-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 107.3,74.0,805.0,948 = \mathbf{307 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,C-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 38.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{110 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,C-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 11.3,91.0,786.0,936 = \mathbf{33 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene C do ramene A

$$RPDI = RPDI_{O,C-A} + RPDI_{M,C-A} + RPDI_{N,C-A} + RPDI_{A,C-A} + RPDI_{K,C-A}$$

$$RPDI = 5589 + 45 + 307 + 110 + 33 = \mathbf{6084 \text{ voz/den}}$$

Do ramene B

$$RPDI_{O,C-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 417.3,24.0,963.0,913 = \mathbf{1188 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,C-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 7.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{16 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,C-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 21.3,74.0,805.0,948 = \mathbf{60 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,C-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 0.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{0 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,C-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 1.3,91.0,786.0,936 = \mathbf{3 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene C do ramene B

$$RPDI = RPDI_{O,C-B} + RPDI_{M,C-B} + RPDI_{N,C-B} + RPDI_{A,C-B} + RPDI_{K,C-B}$$

$$RPDI = 1188 + 16 + 60 + 0 + 3 = \mathbf{1267 \text{ voz/den}}$$

Do ramene D

$$RPDI_{O,C-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 232.3,24.0,963.0,913 = \mathbf{661 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,C-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 2.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{5 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,C-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 8.3,74.0,805.0,948 = \mathbf{23 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,C-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 0.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{0 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,C-D} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 4.3,91.0,786.0,936 = \mathbf{12 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene C do ramene D

$$RPDI = RPDI_{O,C-D} + RPDI_{M,C-D} + RPDI_{N,C-D} + RPDI_{A,C-D} + RPDI_{K,C-D}$$

$$RPDI = 661 + 5 + 23 + 0 + 12 = \mathbf{701 \text{ voz/den}}$$

Pro jednotlivé druhy vozidel jedoucích z ramene D

Do ramene A

$$RPDI_{O,D-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 126.3,23.0,921.0,994 = \mathbf{373 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,D-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 2.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{5 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,D-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 13.3,73.0,820.0,944 = \mathbf{38 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,D-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 1.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{3 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,D-A} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 1.3,90.0,786.0,994 = \mathbf{3 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene D do ramene A

$$RPDI = RPDI_{O,D-A} + RPDI_{M,D-A} + RPDI_{N,D-A} + RPDI_{A,D-A} + RPDI_{K,D-A}$$

$$RPDI = 373 + 5 + 38 + 3 + 3 = \mathbf{422 \text{ voz/den}}$$

Do ramene B

$$RPDI_{O,D-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 251.3,23.0,921.0,994 = \mathbf{1780 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,D-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 7.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{14 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,D-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 28.3,73.0,820.0,944 = \mathbf{81 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,D-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 88.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{255 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,D-B} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 4.3,90.0,786.0,994 = \mathbf{12 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene D do ramene B

$$RPDI = RPDI_{O,D-B} + RPDI_{M,D-B} + RPDI_{N,D-B} + RPDI_{A,D-B} + RPDI_{K,D-B}$$

$$RPDI = 1780 + 14 + 81 + 255 + 12 = \mathbf{2142 \text{ voz/den}}$$

Do ramene D

$$RPDI_{O,D-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 149.3,23.0,921.0,994 = \mathbf{440 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{M,D-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 4.3,10.1,059.0,666 = \mathbf{8 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{N,D-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 6.3,73.0,820.0,944 = \mathbf{18 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{A,D-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 0.3,82.0,846.0,895 = \mathbf{0 \text{ voz/den}}$$

$$RPDI_{K,D-C} = I_m \cdot K_{m,d} \cdot K_{d,t} \cdot K_{t,RPDI} = 5.3,90.0,786.0,994 = \mathbf{15 \text{ voz/den}}$$

Celkový počet vozidel jedoucích z ramene D do ramene C

$$RPDI = RPDI_{O,D-C} + RPDI_{M,D-C} + RPDI_{N,D-C} + RPDI_{A,D-C} + RPDI_{K,D-C}$$

$$RPDI = 440 + 8 + 18 + 0 + 15 = \mathbf{481 \text{ voz/den}}$$

Výsledná hodnota RPDI

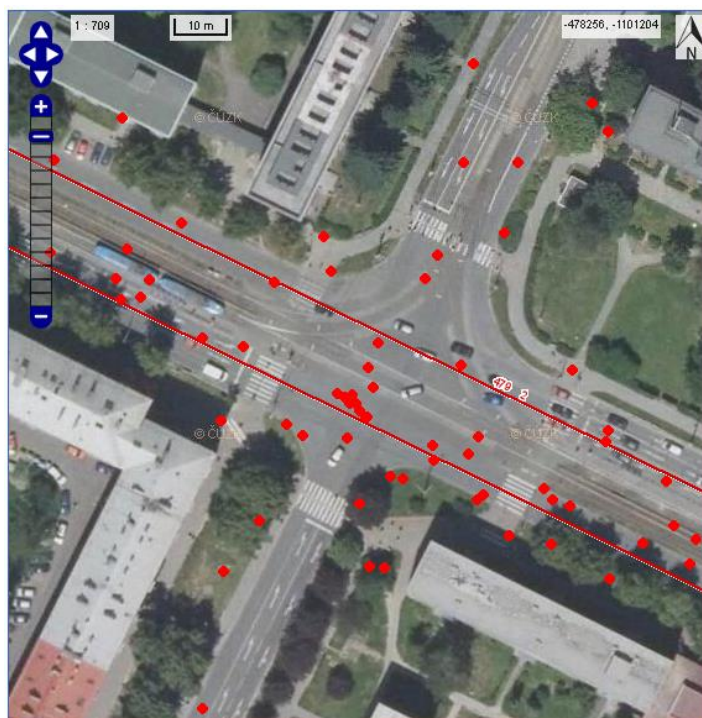
$$RPDI = 1058 + 4678 + 483 + 1061 + 526 + 2461 + 6084 + 1267 + 701 + 422 + 2142 + 481 = \\ = \mathbf{21364 \text{ voz/24hod}}$$

3 Nehodovost

3.1 Zjištěná nehodovost

Nehodovost na křižovatce se zjišťovala pomocí internetového serveru www.jdvm.cz, kde se nachází statistické vyhodnocení dopravních nehod nahlášených policií České republiky. Zaznamenané nehody jsou vyobrazeny pomocí mapy s GPS souřadnicemi jednotlivých nehod. Každá nehoda má své číselné označení, dle kterého lze, po zadání do systému, sledovat ke každé nehodě podrobné informace.

Od roku 2007 se zde událo 30 dopravních nehod, které měly za následek jedenáct lehce zraněných osob, dvě osoby zraněny těžce a dvě usmrcené osoby. Mezi nejčastější příčinu dopravní nehody, v počtu dvanácti nehod, je nedání přednosti v jízdě určené svislým dopravním značením „dej přednost v jízdě“ v době, kdy křižovatka nebyla řízená světelným signalizačním zařízením. Další příčinou vzniku dopravních nehod bylo ve čtyřech případech jízda na červenou a v dalších čtyřech případech přejíždění z jednoho pruhu do druhého. Mezi méně časté příčiny se řadí nedodržení bezpečné vzdálenosti, plně se nevěnování řízení a nezvládnutí řízení na mokré vozovce. Čtyři dopravní nehody byly zaviněny chodci.



Obr. 7 Zobrazení polohy dopravních nehod v místě křižovatky [5]

3.2 Ukazatel relativní nehodovosti

Ukazatel relativní nehodovosti se využívá jako kritérium, které se užívá pro hodnocení bezpečnosti na pozemních komunikacích. Ukazatel představuje pravděpodobnostní vznik dopravní nehody v daném úseku PK ve vztahu k jízdnímu výkonu.

Relativní nehodovost se vypočte dle vztahu pro výpočet relativní nehodovosti pro křižovatky. [9]

$$R = \frac{N_o}{365 \cdot I \cdot t} \cdot 10^6$$

N_o celkový počet nehod ve sledovaném období [počet nehod / mil. vozkm a rok]

I průměrná denní intenzita provozu [voz/24hod]

t sledované období [roky]

$$R = \frac{N_o}{365 \cdot I \cdot t} \cdot 10^6 = \frac{30}{365 \cdot 21364 \cdot 10} \cdot 10^6 = \mathbf{0,385}$$

Hodnota ukazatele relativní nehodovosti se nachází v intervalu 0,1 – 0,9. V tomto intervalu se obvykle pohybují ukazatelé relativní nehodovosti. Kdyby byla zjištěna hodnota vyšší, poukazyval by tento koeficient na drobné nedostatky z hlediska bezpečnosti provozu. Překročí-li ukazatel hodnotu 1,6, jedná se o nedostatky zásadní.

4 Videoanalýza konfliktních situací

4.1 Přiblížení metody

Videoanalýzou konfliktních situací se rozumí vyhodnocování videozáznamu, pořízeného v délce alespoň jedné hodiny předmětné oblasti (křižovatky, daného úseku pozemní komunikace atd.). Metoda je dnes využívána k získání přehledu o bezpečnosti zkoumaného místa a následné analýze, jak v daném místě zlepšit bezpečnost provozu. Metoda použití videoaparatury pro výzkum bezpečnosti dopravy na silniční a městské komunikační síti byla pravděpodobně v Evropě poprvé použita v roce 1974 v ÚSMD Praha.

Technické vybavení

K pořízení videozáznamu je nutné použití videokamery, nejlépe se širokoúhlým objektivem, která u pořízeného záznamu zanechá časovou a zvukovou stopu. Mezi další potřebné vybavení se řadí stativ, poznámkový blok či diktafon, které slouží k zaznamenání rychlých poznámek již při pořizování videozáznamu.

Zpracování videozáznamu

Výhoda této metody je přenesení sledování předmětného místa do pohodlí kanceláře. Sledování a vyhodnocení pořízeného videozáznamu přináší oproti vyhodnocení situací přímo v terénu řadu výhod. Největší výhodou je možnost zpomalení, zastavení či vrácení záznamu a možnost vzniklou situaci dopodrobna prozkoumat. Další pozitivum je práce v pohodlném a klidném prostředí, kdy jsou eliminovány rušivé vlivy silničního provozu nebo počasí. Poslední, avšak neméně důležitou výhodou, je možnost archivace videozáznamu k zpětné analýze. Vyhodnocení pořízeného záznamu má probíhat v zatemněné místnosti z důvodu vyloučení nežádoucích světelných odlesků. Dále je vhodné, aby se na vyhodnocování podílelo 3-5 lidí, díky čemuž lze objektivizovat subjektivní názory. Vyhodnocení nemá přesáhnout interval delší než tři hodiny denně, z důvodu plné soustředěnosti.

Vyhodnocení získaných dat

Získaná data se můžou vyhodnotit tabelárně (v záhlaví musí být uveden čas, symbol KS, popis KS) nebo graficky (schematické vyobrazení četnosti a průběhů KS).

4.2 Konfliktní situace

Konfliktní situací se označují takové okamžiky a situace v silničním provozu, kdy vzniká (nebo může vzniknout) pro některé jeho účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí [6]

Jinými slovy lze KS označit za skoro nehody, kdy se nepodařilo odvrátit riziko konfliktu, což mělo za následek vznik dopravní nehody.

K přehlednému popisu jednotlivých KS slouží klasifikační symbol, ze kterého vyplívají účastníci KS, způsob konfliktu a závažnost konfliktu [6].

Příklad klasifikačního symbolu:

4v3

- 4 účastníci konfliktu (chodec a vozidlo)
- v způsob konfliktu (nedání přednosti)
- 3 závažnost konfliktu

V roce 1972 doc. Ing. Jan Folprecht, Ph.D. vyvinul vlastní metodiku sledování konfliktních situací a zvolil tři stupně závažnosti KS [6].

- 1. Stupeň

Situace označované jako potencionální KS, tedy stav, který mohl vést k situaci konfliktní. Jedná se například o porušení dopravních předpisů v místě, ve kterém se v danou chvíli nenachází další účastník silničního provozu.

- 2. Stupeň

Jedná se o situace, které způsobily narušení plynulosti dopravního proudu, ale závažně neohrožily bezpečnost provozu. Zde se řadí například přílišná agresivita či váhání účastníků silničního provozu, jenž vedou k nenásilné reakci jiných účastníků.

- 3. Stupeň

Nejzávažnějším stupněm jsou situace, které vyvolaly násilnou reakci jiných účastníků silničního provozu. Patří zde například ostré brzdění nebo prudké úhybné manévry, bez kterých by mohlo dojít k dopravní nehodě.

Folprechtův klasifikační symbol byl později inovován a rozšířen.

Příklad inovovaného klasifikačního symbolu:

4v3-o1k

- 4 účastníci konfliktu

v	způsob konfliktu
3	závažnost konfliktu
o	typ KS podle příslušnosti vzniku
1	typ KS podle okamžiku vzniku
k	typ KS podle důvodu vzniku

KS podle příslušnosti vzniku

Podle příslušnosti vzniku se dělí KS na vlastní a nevlastní. Vlastní konfliktní situace jsou takové, které přímo souvisí s provozem ve sledované oblasti či se stavebním uspořádáním. Nepřímé KS jsou naopak situace, které nesouvisí přímo s provozem nebo stavebním uspořádáním sledovaného místa.

KS podle okamžiku vzniku

Podle okamžiku vzniku se KS dělí na prvotní a následné. Mezi prvotní KS se řadí takové situace, které nejsou vyvolány jinou situací. Následnou KS se rozumí taková situace, která byla vyvolána jinou vzniklou situací.

KS podle důvodu vzniku

Zde se dělí KS na provozní a stavební. Provozní KS jsou způsobeny pouze řidičem, popřípadě jiným účastníkem provozu. Stavební KS jsou způsobeny kromě řidiče také nevhodnými stavebními prvky.

4.3 Vlastní provedení videoanalýzy konfliktních situací

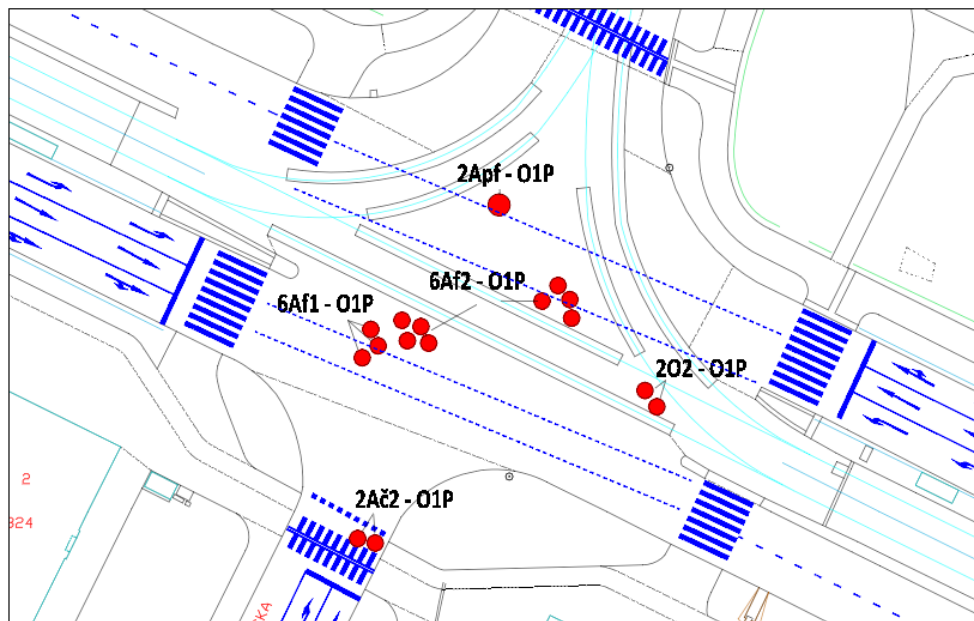
Pro potřeby vyhodnocení videoanalýzy konfliktních situací se pořídil videozáznam ze dvou různých pozic křižovatky pomocí dvou fotoaparátů s možností videozáznamu. Záznam byl pořízen v časovém rozmezí jedné hodiny od 7:00 do 8:00. V průběhu pořizování videa se zaznamenávaly poznámky pomocí diktafonu v telefonu, aby došlo k zmapování okolí křižovatky, které nepokrýval záběr objektivu a také k zaznačení času zjištěných KS k rychlejšímu vyhledávání v následném videu.

Vyhodnocování pořízeného záznamu se provádělo ve spolupráci s kolegou Bc. Jakubem Solnickým, aby na vzniklé situace byly názory dvou osob.

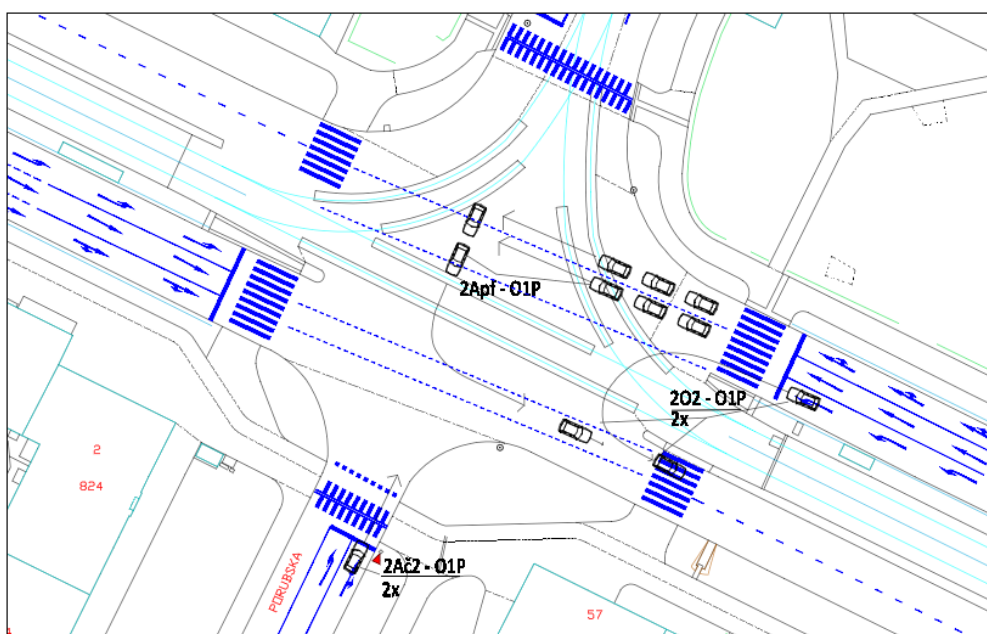
Výsledky videoanalýzy konfliktních situací

Z pořízeného záznamu se identifikovalo několik konfliktních situací. Ve většině případů se jednalo o KS, které vznikaly z důvodu tvorby kolony v křižovatce, kdy docházelo k vpuštění kolizních proudů do křižovatky, přestože křižovatku ještě nevyklidila předchozí vozidla. Klasifikace KS je uvedena v příloze 1.

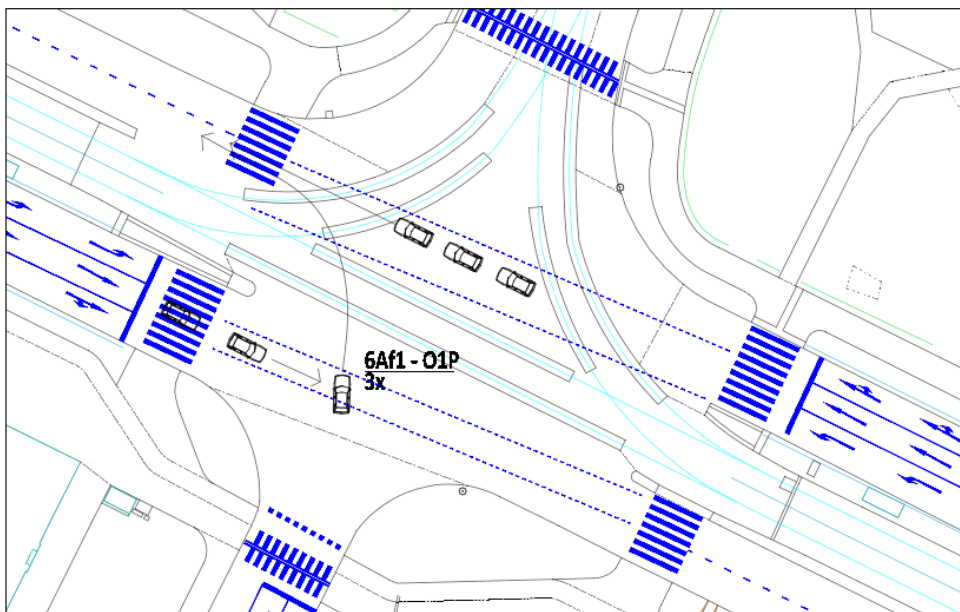
Grafické znázornění KS



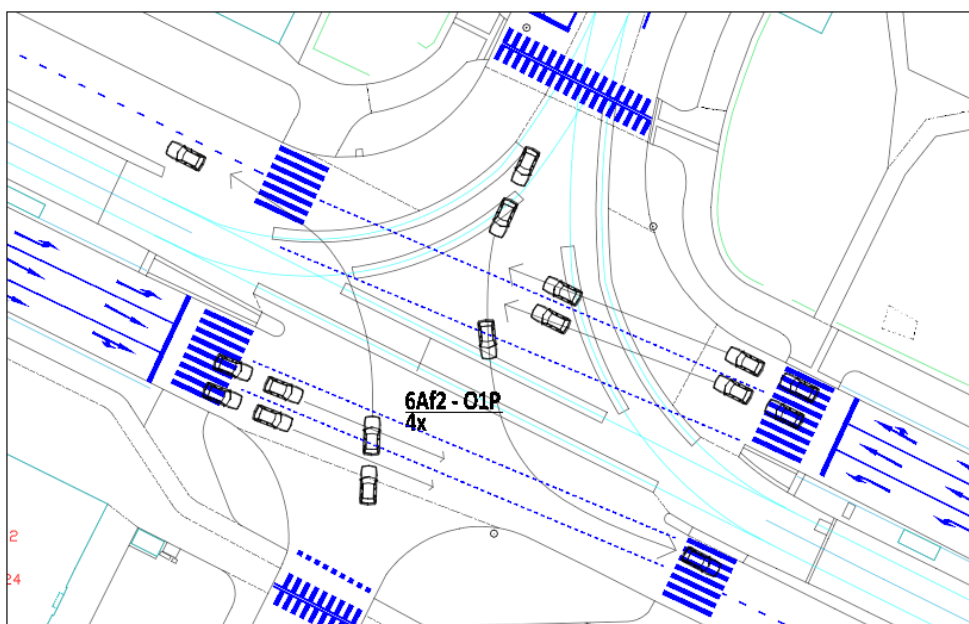
Obr. 8 Poloha zaznamenaných KS



Obr. 9 Průběh zaznamenaných KS



Obr. 10 Průběh zaznamenaných KS



Obr. 11 Průběh zaznamenaných KS

5 Výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ – Původní stav

Kapacitní výpočet pro předmětnou křižovatku byl proveden v souladu s TP 235 [7]. Pro výpočet byl použit signální plán a intenzita dopravy ve špičkové hodině, která byla zjištěna sčítáním dopravy firmou Ostravské Komunikace a.s.. Signální plán je uveden v příloze 2.

5.1 Zohlednění skladby dopravních proudů

Zohlednění skladby dopravních proudů se provádí přenásobením návrhové intenzity dopravy na pozemních komunikacích.

Tab. 8 Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu pro křižovatky řízené SSZ [7]

Druh vozidel	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ¹	Nákladní vozidla, autobusy ²	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Přepočtový koeficient	0,5	0,8	1,0	1,7	2,5

Tab. 9 Přepočtená vozidla pro výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ [pvoz/hod]

Typ vozidla	Z ramene A do			Z ramene B do		
	Ramene B	Ramene C	Ramene D	Ramene A	Ramene C	Ramene D
Osobní	93	425	50	102	63	179
L + S Nákladní	14	62	7	7	5	27
T Nákladní	0	19	0	0	3	5
Bus	0	22	0	0	0	44
Motocykl	1	3	3	0	1	6
Celkem	108	531	60	109	72	261

Tab. 10 Přepočtená vozidla pro výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ [pvoz/hod]

Typ vozidla	Z ramene C do			Z ramene D do		
	Ramene A	Ramene B	Ramene D	Ramene A	Ramene B	Ramene C
Osobní	586	116	64	33	153	40
L + S Nákladní	32	10	4	0	20	2
T Nákladní	5	0	3	3	5	5
Bus	19	0	0	0	38	0
Motocykl	4	2	1	0	2	1
Celkem	646	128	72	36	218	48

5.2 Saturovaný tok vjezdu

Saturovaný tok řadících pruhů se vypočte pomocí vzorce uvedeného v TP 235 [7]

$$S_i = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL}$$

S_i saturovaný tok řadícího pruhu [pvoz/h]

$S_{ZÁKL}$ základní saturovaný tok 2000 pvoz/h

K_{SKL} koeficient sklonu [-]

K_{OBL} koeficient oblouku [-]

Koeficient sklonu se vypočítá ze vztahu uvedeném v TP 235 [7].

$$K_{SKL} = 1 - 0,02 \cdot a$$

a podélný sklon vjezdu [%]

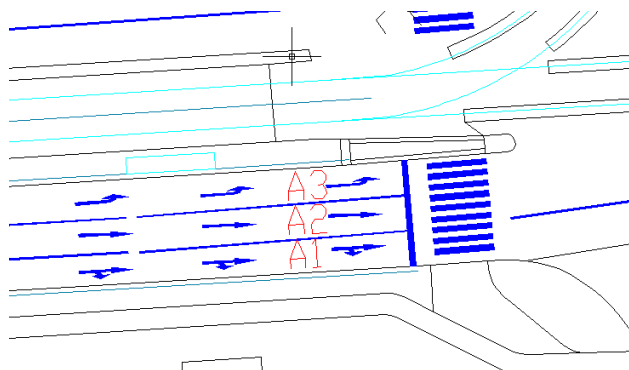
Koeficient oblouku se vypočítá ze vztahu uvedeném v TP 235 [7].

$$K_{OBL} = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f}$$

R poloměr oblouku pro odbočení [m]

f podíl odbočujících vozidel z jízdního pruhu (0 – 1)

Saturovaný tok vjezdu A



Obr. 12 Uspořádání jízdních pruhů vjezdu A

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu A1

$$K_{SKL,A1} = 1 - 0,02 \cdot a = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1 \Rightarrow \text{vjezd v klesání}$$

$$K_{OBL,A1} = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f} = \frac{4}{4 + 1,5 \cdot 0,5} = 0,842$$

Pravé odbočení je výrazně ovlivněno proudem souběžně přecházejících chodců. Místo skutečného poloměru se volí poloměr fiktivní. Fiktivní poloměr se určí z TP 235 z tabulky 5 [7].

Tab. 11 Fiktivní poloměry oblouku pro pravé odbočení ovlivněné přecházejícími chodci [7]

Intenzita chodců [osob/h]	Fiktivní poloměr oblouku R [m]
~ 100	6
~ 300	4
~ 500	2,5
~ 800	1,5
>= 1000	1

$$S_{A1} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1,0,842 = \mathbf{1684 \text{ pvoz/h}}$$

Saturovaný tok řadícího pruhu A1 je 1684 pvoz/h.

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu A2

$$K_{SKL,A2} = 1 - 0,02 \cdot a = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1 \Rightarrow \text{vjezd v klesání}$$

$K_{OBL,A2}$ nevstupuje do výpočtu \Rightarrow přímý směr

$$S_{A2} = S_{ZÁKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1 = \mathbf{2000 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu A3

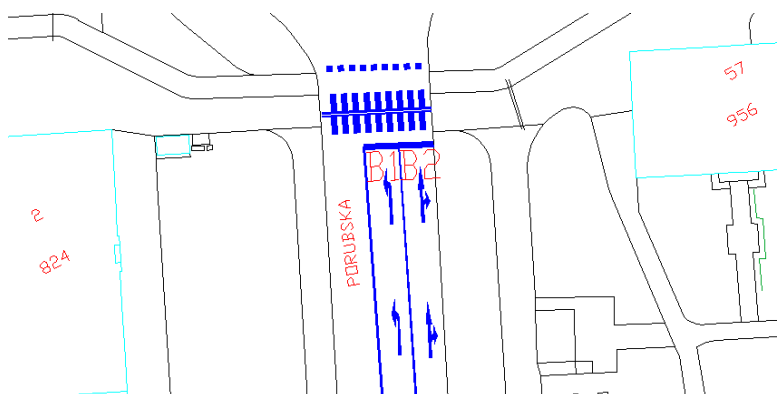
$$K_{SKL,A3} = 1 - 0,02 \cdot a = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1 \Rightarrow \text{vjezd v klesání}$$

$$K_{OBL,A1} = \frac{R}{R + 1,5 \cdot f} = \frac{25}{25 + 1,5 \cdot 1} = 0,943$$

Pravé odbočení je jasně ovlivněno proudem souběžně přecházejících chodců. Místo skutečného poloměru se volí poloměr fiktivní. Fiktivní poloměr se určí z TP 235 z tabulky 5 [7].

$$S_{A3} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1,0,943 = \mathbf{1886 \text{ pvoz/h}}$$

Saturovaný tok vjezdu B



Obr. 13 Uspořádání řadících pruhu vjezdu B

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu B1

$$K_{SKL,B1} = 1 - 0,02 \cdot a = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1 \Rightarrow \text{vjezd v klesání}$$

$$K_{OBL,B1} = \frac{R}{R+1,5 \cdot f} = \frac{35,76}{35,76+1,5 \cdot 1} = 0,960$$

$$S_{B1} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,960 = \mathbf{1920 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu B2

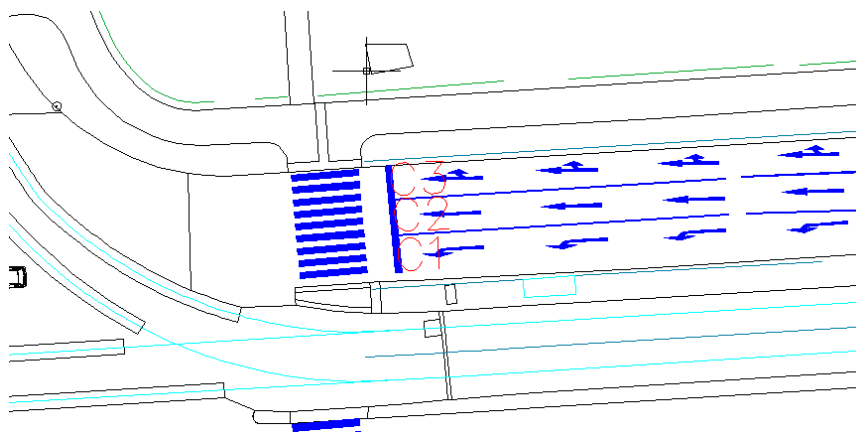
$$K_{SKL,B2} = 1 - 0,02 \cdot a = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1 \Rightarrow \text{vjezd v klesání}$$

$$K_{OBL,B2} = \frac{R}{R+1,5 \cdot f} = \frac{4}{4+1,5 \cdot 0,23} = 0,921$$

Pravé odbočení je zřetelně ovlivněno proudem souběžně přecházejících chodců. Místo skutečného poloměru se volí poloměr fiktivní. Fiktivní poloměr se určí z TP 235 z tabulky 5 [7].

$$S_{B2} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,921 = \mathbf{1842 \text{ pvoz/h}}$$

Saturovaný tok vjezdu C



Obr. 14 Uspořádání řadících pruhů vjezdu C

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu C1

$$K_{SKL,C1} = 1 - 0,02 \cdot a = 1 - 0,02 \cdot 1 = 0,98$$

$$K_{OBL,C1} = \frac{R}{R+1,5 \cdot f} = \frac{43,51}{43,51+1,5 \cdot 1} = 0,967$$

$$S_{C1} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 0,98 \cdot 0,967 = \mathbf{1895 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu C2

$$K_{SKL,C2} = 1 - 0,02 \cdot a = 1 - 0,02 \cdot 1 = 0,98$$

$K_{OBL,C2}$ nevstupuje do výpočtu \Rightarrow přímý směr

$$S_{C2} = S_{ZÁKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 0,98 = \mathbf{1960 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu C3

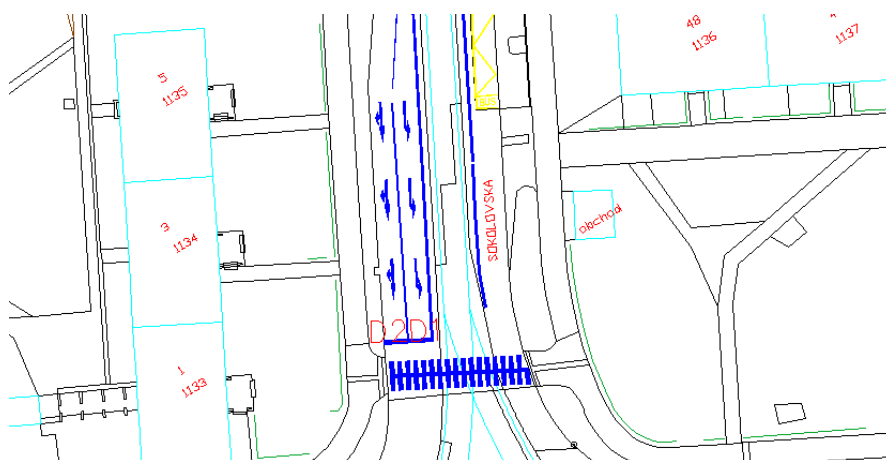
$$K_{SKL,C3} = 1 - 0,02 \cdot a = 1 - 0,02 \cdot 1 = 0,98$$

$$K_{OBL,C3} = \frac{R}{R+1,5 \cdot f} = \frac{4}{4+1,5 \cdot 0,21} = 0,927$$

Pravé odbočení je jasně ovlivněno proudem souběžně přecházejících chodců. Místo skutečného poloměru se volí poloměr fiktivní. Fiktivní poloměr se určí z TP 235 z tabulky 5 [7].

$$S_{C3} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 0,98 \cdot 0,927 = \mathbf{1817 \text{ pvoz/h}}$$

Saturovaný tok vjezdu D



Obr. 15 Uspořádání řadících pruhů vjezdu D

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu D1

$$K_{SKL,D1} = 1 - 0,02 \cdot a = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$K_{OBL,D1} = \frac{R}{R+1,5 \cdot f} = \frac{23,68}{23,68+1,5 \cdot 1} = 0,940$$

$$S_{D1} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,940 = \mathbf{1880 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu D2

$$K_{SKL,D2} = 1 - 0,02 \cdot a = 1 - 0,02 \cdot 0 = 1$$

$$K_{OBL,D2} = \frac{R}{R+1,5 \cdot f} = \frac{4}{4+1,5 \cdot 0,15} = 0,947$$

$$S_{D2} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1 \cdot 0,947 = \mathbf{1894 \text{ pvoz/h}}$$

5.3 Kapacita vjezdu

Výpočet kapacity vjezdu A

Levé odbočení vjezdu A (A3) není ovlivňováno protijedoucími vozidly a bude posuzován jako kapacita běžného vjezdu.

Střední a pravý pruh vjezdu A (A1, A2) se posuzují společně jako jeden vjezd, protože oba slouží pro jeden směr jízdy.

Kapacita pravého a středového řadícího pruhu (A1+A2)

Výsledný saturovaný tok se vypočte jako součet dílčích saturovaných toků.

$$S_{V,A1A2} = S_{V,A1} + S_{V,A2} = 1684 + 2000 = 3684$$

Kapacita řadících pruhů se vypočte pomocí vzorce pro kapacitu běžného vjezdu dle TP235[7].

$$C_V = S_V \cdot \frac{z'}{t_c}$$

S_V saturovaný tok vjezdu [pvoz/h]

z' délka efektivní zelené [s]

t_c délka cyklu [s]

Délka efektivní zelené se určí z tabulky 2 z TP 235 [7].

Tab. 12 Délka efektivní zelené [7]

Délka zeleného signálu z [s]	Délka efektivní zelené z' [s]
5 - 7	$z + 1,0$
8 - 10	$z + 0,5$
≥ 11	z

$$C_{V,A1A2} = S_{V,A1A2} \cdot \frac{z'}{t_c} = 3684 \cdot \frac{41}{100} = \mathbf{1510 \text{ pvoz/h}}$$

Kapacita levého řadícího pruhu (A3)

$$C_{V,A3} = S_{V,A3} \cdot \frac{z'}{t_c} = 1886 \cdot \frac{9,5}{100} = \mathbf{179 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet kapacity vjezdu B

Levé odbočení je ovlivněno protijedoucími vozidly, z tohoto důvodu bude pro výpočet použit vzorec pro výpočet kapacity na stopčáře a vzorec pro výpočet kapacity levého odbočení ovlivněného protisměrem. Ze zjištěných hodnot se za výslednou hodnotu kapacity volí hodnota menší.

Výpočet kapacity na stopčáře

Výpočet kapacity na stopčáře se vypočte stejně jako výpočet kapacity běžného vjezdu.

Výpočet kapacity levého odbočení ovlivněného protisměrem

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3}$$

C_{L1} dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru [pvoz/h]

C_{L2} dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází [pvoz/h]

C_{L3} dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem [pvoz/h]

Dílčí kapacita levého odbočení v době zelené protisměru

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot I_P) \cdot (Z_P \cdot S_P - I_P \cdot t_C)}{t_C \cdot (S_P - I_P)}$$

I_P návrhová intenzita dopravy v protisměru [pvoz/h]

S_P saturovaný tok protisměru [pvoz/h]

t_C délka cyklu [s]

Z_P délka zeleného signálu v protisměru [s]

Platí:

$I_P > 1166$ nebo $I_P \cdot t_C \geq Z_P \cdot S_P$ tak $C_{L1} = 0$

Dílčí kapacita levého odbočení po skončení vlastní zelené při změně fází

$$C_{L2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_C}$$

N_A počet míst k najetí do křižovatky a zastavení vozidla při dávání přednosti protijedoucím vozidlům automobily odbočujícími vlevo [pvoz]

Dílčí kapacita levého odbočení neovlivněná protisměrem

$$C_{L3} = S_L \cdot \frac{Z_0}{t_C}$$

S_L saturovaný tok pro levé odbočení [pvoz/h]

Z_0 délka části zeleného signálu neovlivněná protisměrem (zpravidla zbývající délka zeleného signálu po skončení zeleného signálu v protisměru [s])

Výpočet kapacity levého řadícího pruhu vjezdu (B1)

Výpočet kapacity na stopčáře

$$C_{S,D1} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 1920 \cdot \frac{19}{100} = 364 \text{ pvoz/h}$$

Výpočet kapacity levého odbočení ovlivněného protisměrem

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot I_P) \cdot (Z_P \cdot S_P - I_P \cdot t_C)}{t_C \cdot (S_P - I_P)} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot 254) \cdot (18 \cdot 1894 - 254 \cdot 100)}{100 \cdot (1894 - 254)} = 58 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{L2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_C} = \frac{4 \cdot 3600}{100} = 144 \text{ pvoz/h}$$

$C_{L3} = 0 \Rightarrow$ Délka zelené protisměru trvá stejnou dobu jako délka zelené řešeného vjezdu

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} = 58 + 144 + 0 = 202 \text{ pvoz/h}$$

$$C_S > C_L \Rightarrow C_{V,B1} = 202 \text{ pvoz/h}$$

Výpočet kapacity pravého řadícího pruhu (B2)

$$C_{V,B2} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 1920 \cdot \frac{19}{100} = 364 \text{ pvoz/h}$$

Výpočet kapacity vjezdu C

Výpočet kapacity levého řadícího pruhu C1

$$C_{V,C1} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 1895 \cdot \frac{17}{100} = 322 \text{ pvoz/h}$$

Výpočet kapacity středního a pravého pruhu C2,C3

$$S_{V,C2C3} = S_{V,C2} + S_{V,C3} = 1960 + 1817 = 3777 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{V,C2C3} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 3777 \cdot \frac{33}{100} = 1247 \text{ pvoz/h}$$

Výpočet kapacity vjezdu D

Výpočet kapacity levého řadícího pruhu vjezdu D1

Výpočet kapacity na stopčáře

$$C_{S,D1} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 1880 \cdot \frac{18}{100} = 338 \text{ pvoz/h}$$

Výpočet kapacity levého odbočení ovlivněného protisměrem

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot I_P) \cdot (Z_P \cdot S_P - I_P \cdot t_C)}{t_C \cdot (S_P - I_P)} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot 333) \cdot (19 \cdot 1842 - 333 \cdot 100)}{100 \cdot (1842 - 333)} = 11 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{L2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_C} = \frac{4 \cdot 3600}{100} = 144 \text{ pvoz/h}$$

$$C_{L3} = S_L \cdot \frac{z_0}{t_C} = 1880 \cdot \frac{1}{100} = 19 \text{ pvoz/h}$$

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} = 11 + 144 + 19 = 174 \text{ pvoz/h}$$

$$C_S > C_L \Rightarrow C_{V,D1} = 174 \text{ pvoz/h}$$

Výpočet kapacity pravého řadícího pruhu vjezdu D2

$$C_{V,D1} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 1894 \cdot \frac{18}{100} = \mathbf{341 \text{ pvoz/h}}$$

5.4 Výpočet rezervy kapacity

Výpočet rezervy kapacity se provádí pomocí vzorce uvedeného v TP 235 [7].

$$REZ = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 [\%].$$

I_V návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]

C_V kapacita vjezdu [pvoz/h]

Rezerva kapacity vjezdu A

$$REZ_{A1A2} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{639}{1510}\right) \cdot 100 = \mathbf{57,68\%}$$

$$REZ_{A3} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{60}{179}\right) \cdot 100 = \mathbf{66,5\%}$$

Rezerva kapacity vjezdu B

$$REZ_{B1} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{109}{202}\right) \cdot 100 = \mathbf{46\%}$$

$$REZ_{B2} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{333}{364}\right) \cdot 100 = \mathbf{8,52\%}$$

Rezerva kapacity vjezdu C

$$REZ_{C1} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{128}{322}\right) \cdot 100 = \mathbf{60,3\%}$$

$$REZ_{C2C3} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{718}{1247}\right) \cdot 100 = \mathbf{42,42\%}$$

Rezerva kapacity vjezdu D

$$REZ_{D1} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{48}{174}\right) \cdot 100 = \mathbf{72,41\%}$$

$$REZ_{D2} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{254}{341}\right) \cdot 100 = \mathbf{25,5\%}$$

5.5 Střední doba zdržení

Výpočet střední doby zdržení se vypočte ze vztahu uvedeném v TP235 [7].

$$t_W = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z') \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) [s]$$

t_C délka cyklu [s]

z' délka efektivní zelené [s]

C_V kapacita vjezdu [pvoz/h]

I_V návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]

Střední doba zdržení vjezdu A

Střední doba zdržení řadícího pruhu A1A2

$$t_{W,A1A2} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 41)^2 \cdot 1510}{1510 \cdot 100 - 639 \cdot 41} + \frac{639 \cdot 3600}{1510^2 - 639 \cdot 1510} =$$
$$= 19,74 \text{ s}$$

Střední doba zdržení řadícího pruhu A3

$$t_{W,A3} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 9,5)^2 \cdot 179}{179 \cdot 100 - 60,95} + \frac{60 \cdot 3600}{179^2 - 60 \cdot 179} =$$
$$= 45,63 \text{ s}$$

Střední doba zdržení vjezdu B

Střední doba zdržení řadícího pruhu B1

$$t_{W,B1} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 19)^2 \cdot 202}{202 \cdot 100 - 109 \cdot 19} + \frac{109 \cdot 3600}{202^2 - 109 \cdot 364} =$$
$$= 42,29 \text{ s}$$

Střední doba zdržení řadícího pruhu B2

$$t_{W,B2} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 19)^2 \cdot 364}{364 \cdot 100 - 333 \cdot 19} + \frac{333 \cdot 3600}{364^2 - 333 \cdot 364} =$$
$$= 83,54 \text{ s}$$

Střední doba zdržení vjezdu C

Střední doba zdržení řadícího pruhu C1

$$t_{W,C1} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 17)^2 \cdot 322}{322 \cdot 100 - 128 \cdot 17} + \frac{128 \cdot 3600}{322^2 - 128 \cdot 322} =$$
$$= 36,57 \text{ s}$$

Střední doba zdržení řadicího pruhu C2C3

$$t_{W,C2C3} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 33)^2 \cdot 1247}{1247 \cdot 100 - 718 \cdot 33} + \frac{718 \cdot 3600}{1247^2 - 718 \cdot 1247} =$$
$$= 21,71 \text{ s}$$

Střední doba zdržení vjezdu D

Střední doba zdržení řadicího pruhu D1

$$t_{W,D1} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 18)^2 \cdot 174}{174 \cdot 100 - 48 \cdot 18} + \frac{48 \cdot 3600}{174^2 - 48 \cdot 174} =$$
$$= 35,39 \text{ s}$$

Střední doba zdržení řadicího pruhu D2

$$t_{W,D2} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 18)^2 \cdot 341}{341 \cdot 100 - 254 \cdot 18} + \frac{254 \cdot 3600}{341^2 - 254 \cdot 341} =$$
$$= 48,81 \text{ s}$$

5.6 Délka fronty na vjezdu

Délka fronty na vjezdu se vypočte pomocí vzorce dle TP 235.

$$L_{F1} = 6,0 \cdot \frac{(t_C - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} \text{ [m]}$$

n_p počet řadicích pruhů, které společně tvoří jeden vjezd

Délka fronty vjezdu A

Délka fronty řadicího pruhu A1A2

$$L_{F1,A1A2} = 6,0 \cdot \frac{(t_C - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 41) \cdot 639}{2 \cdot 3600} = 31,41 \text{ m}$$

Délka fronty řadicího pruhu A3

$$L_{F1,A3} = 6,0 \cdot \frac{(t_C - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 9,5) \cdot 60}{1 \cdot 3600} = 9,05 \text{ m}$$

Délka fronty na vjezdu B

Délka fronty řadicího pruhu B1

$$L_{F1,B1} = 6,0 \cdot \frac{(t_C - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 19) \cdot 109}{1 \cdot 3600} = 14,72 \text{ m}$$

Délka fronty řadícího pruhu B2

$$L_{F1,B2} = 6,0 \cdot \frac{(t_c - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 19) \cdot 333}{1 \cdot 3600} = \mathbf{44,96 \text{ m}}$$

Délka fronty vjezdu C

Délka fronty řadícího pruhu C1

$$L_{F1,C1} = 6,0 \cdot \frac{(t_c - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 17) \cdot 128}{1 \cdot 3600} = \mathbf{17,71 \text{ m}}$$

Délka řadícího pruhu C2C3

$$L_{F1,C2C3} = 6,0 \cdot \frac{(t_c - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 33) \cdot 718}{2 \cdot 3600} = \mathbf{40,09 \text{ m}}$$

Délka fronty vjezdu D

Délka fronty řadícího pruhu D1

$$L_{F1,D1} = 6,0 \cdot \frac{(t_c - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 18) \cdot 48}{1 \cdot 3600} = \mathbf{6,56 \text{ m}}$$

Délka fronty řadícího pruhu D2

$$L_{F1,D2} = 6,0 \cdot \frac{(t_c - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 18) \cdot 254}{1 \cdot 3600} = \mathbf{34,71 \text{ m}}$$

5.7 Úroveň kvality dopravy

Úroveň kvality dopravy u křižovatky řízené SSZ závisí na střední době zdržení. Při zjišťování ÚKD je nutno posoudit všechny vjezdy.

Tab. 13 Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu světelně řízené křižovatky [7]

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení $t_{w,lim}$ [s]
Označení	Charakteristika kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	≤ 20
B	Dobrá	≤ 35
C	Uspokojivá	≤ 50
D	Dostatečná	≤ 70
E	Nestabilní stav	≥ 70
F	Překročená kapacita	-1)
1) ÚKD na stupni F je dosaženo při rezervě kapacity vjezdu REZ ≤ 0		

Tab. 14 Úroveň kvality dopravy při současných intenzitách

Označení vjezdu	Označení řadících pruhů	Střední doba zdržení [s]	ÚKD
A	A1A2	19,74	A
	A3	45,63	C
B	B1	42,29	C
	B2	83,54	E
C	C1	36,57	C
	C2C3	21,71	B
D	D1	35,39	C
	D2	48,81	C

5.8 Závěr výpočtu

Výpočtem kapacity předmětné křižovatky řízené světelným signalizačním zařízením, byla zjištěna ÚKD pravého řadícího pruhu vjezdu B2 (ulice Porubská) stupně E. Požadovaná úroveň ÚKD pro MK je stupně E. Celková ÚKD křižovatky Opavská – Sokolovská – Porubská je rovna stupni E. Křižovatka vyhovuje požadavku na úroveň kvality dopravy.

6 Prognóza intenzity dopravy

Pro kapacitní posouzení křižovatky pro výhledový rok je nutné zjistit prognózu intenzity dopravy. Prognóza intenzity dopravy byla provedena dle TP 225 [8] pomocí přepočtových koeficientů pro lehká vozidla LV a těžká vozidla TV. Výhledové období je stanoveno na 10 let, tedy do roku 2026. Výhledové období je takto stanoveno z důvodu menší finanční náročnosti navrhovaných úprav, které budou spočívat v úpravě radících pruhů. Protože se nejedná o rozsáhlejší úpravy, jako je například přestavění křižovatky na křižovatku okružní či mimoúrovňovou, je možné brát v úvahu návrhové období 10 let oproti standardnímu výhledovému období 20 let.

Výpočet výhledové intenzity dle TP 225 [8]

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot K_{pi} \text{ [pvoz/h]}$$

I_{0i} výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h]

K_{pi} koeficient prognózy intenzity dopravy pro danou skupinu vozidel [-]

$$K_{pi} = \frac{K_{vi}}{K_{0i}} \text{ [-]}$$

K_{vi} koeficient vývoje intenzity dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel

K_{0i} koeficient vývoje intenzity dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel

Stanovení koeficientu K_{pi} pro lehká vozidla

$$K_{vi} = 1,38 ; K_{0i} = 1,04 \Rightarrow K_{pi} = \frac{K_{vi}}{K_{0i}} = \frac{1,38}{1,04} = 1,33$$

Stanovení koeficientu K_{pi} pro těžká vozidla

$$K_{vi} = 1,03 ; K_{0i} = 1,00 \Rightarrow K_{pi} = \frac{K_{vi}}{K_{0i}} = \frac{1,03}{1,00} = 1,03$$

Tab. 15 Výhledová intenzita dopravy pro rok 2036 vjezdů A a B

Typ vozidla	Z ramene A do			Z ramene B do		
	Ramene B	Ramene C	Ramene D	Ramene A	Ramene C	Ramene D
Osobní	124	565	67	136	84	238
L + S Nákladní	8	37	4	4	3	17
T Nákladní	0	7	0	0	1	2
Bus	0	14	0	0	0	27
Motocykl	2	5	4	0	1	9
Celkem	134	628	75	140	89	293

Tab. 16 Výhledová intenzita dopravy pro rok 2036 ramen C a D

Typ vozidla	Z ramene C do			Z ramene D do		
	Ramene A	Ramene B	Ramene D	Ramene A	Ramene B	Ramene C
Osobní	780	154	85	44	203	53
L + S Nákladní	20	8	2	0	13	1
T Nákladní	2	0	1	1	2	2
Bus	12	0	0	0	23	0
Motocykl	7	3	2	0	3	2
Celkem	821	165	90	45	244	58

7 Výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ – Výhledový stav

Kapacitní výpočet pro předmětnou křižovatku byl proveden v souladu s TP 235 [7]. Pro výpočet byl použit signální plán a intenzity dopravy ve špičkové hodině signální plán, které byly zjištěny sčítáním dopravy firmou Ostravské Komunikace a. s.. Signální plán je uveden v příloze 2.

7.1 Zohlednění skladby dopravních proudů

Zohlednění skladby dopravních proudů se provádí přenásobením návrhové intenzity dopravy na pozemních komunikacích.

Tab. 17 Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu pro křižovatky řízené SSZ [7]

Druh vozidel	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ¹	Nákladní vozidla, autobusy ²	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Přepočtový koeficient	0,5	0,8	1,0	1,7	2,5

Tab. 18 Přepočtená vozidla pro výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ [pvoz/hod]

Typ vozidla	Z ramene A do			Z ramene B do		
	Ramene B	Ramene C	Ramene D	Ramene A	Ramene C	Ramene D
Osobní	124	565	67	136	84	238
L + S Nákladní	14	63	7	7	5	29
T Nákladní	0	18	0	0	3	5
Bus	0	24	0	0	0	46
Motocykl	2	4	3	0	1	7
Celkem	138	674	77	143	93	325

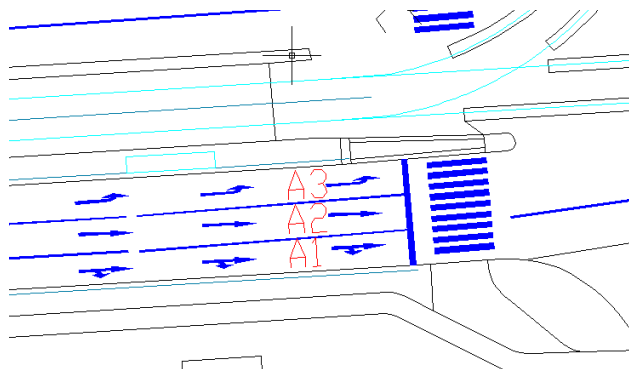
Tab. 19 Přepočtená vozidla pro výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ [pvoz/hod]

Typ vozidla	Z ramene C do			Z ramene D do		
	Ramene A	Ramene B	Ramene D	Ramene A	Ramene B	Ramene C
Osobní	780	154	85	44	203	53
L + S Nákladní	34	14	4	0	22	2
T Nákladní	5	0	3	3	5	5
Bus	21	0	0	0	39	0
Motocykl	6	3	2	0	3	2
Celkem	846	171	94	47	272	62

7.2 Saturovaný tok vjezdu

Do výpočtu saturovaného vjezdu nevstupuje intenzita dopravy, pouze se řeší geometrické uspořádání křižovatky, které pro výhledový rok zůstává stejné, jako pro rok výchozí. Z tohoto důvodu není třeba znovu počítat saturovaný tok pro jednotlivé řadící pruhy, ale použijí se výsledky z výpočtu pro výchozí rok.

Saturovaný tok vjezdu A



Obr. 16 Uspořádání jízdních pruhů vjezdu A

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu A1

$$S_{A1} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1,0842 = 1684 \text{ pvoz/h}$$

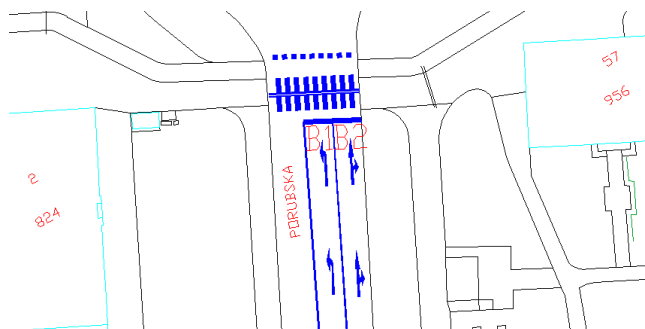
Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu A2

$$S_{A2} = S_{ZÁKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1 = 2000 \text{ pvoz/h}$$

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu A3

$$S_{A3} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1,00943 = 1886 \text{ pvoz/h}$$

Saturovaný tok vjezdu B



Obr. 17 Uspořádání řadících pruhu vjezdu B

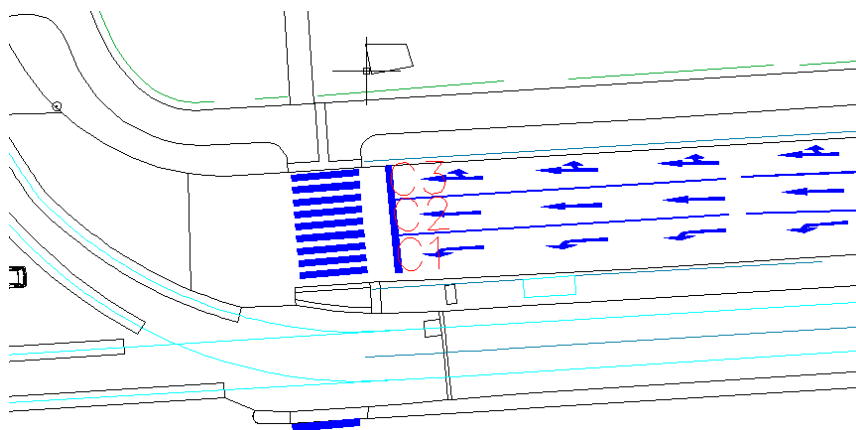
Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu B1

$$S_{B1} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1,0 \cdot 960 = 1920 \text{ pvoz/h}$$

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu B2

$$S_{B2} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1,0 \cdot 921 = 1842 \text{ pvoz/h}$$

Saturovaný tok vjezdu C



Obr. 18 Uspořádání řadících pruhů vjezdu C

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu C1

$$S_{C1} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 98 \cdot 0,967 = 1895 \text{ pvoz/h}$$

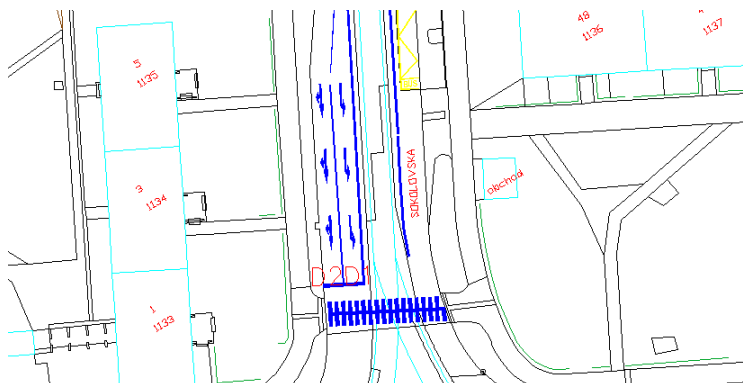
Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu C2

$$S_{C2} = S_{ZÁKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 0,98 = 1960 \text{ pvoz/h}$$

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu C3

$$S_{C3} = S_{ZÁKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 0,98 \cdot 0,927 = 1817 \text{ pvoz/h}$$

Saturovaný tok vjezdu D



Obr. 19 Uspořádání řadících pruhů vjezdu D

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu D1

$$S_{D1} = S_{ZAKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1,0 \cdot 940 = \mathbf{1880 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet saturovaného toku řadícího pruhu D2

$$S_{D1} = S_{ZAKL} \cdot K_{SKL} \cdot K_{OBL} = 2000 \cdot 1,0 \cdot 947 = \mathbf{1894 \text{ pvoz/h}}$$

7.3 Kapacita vjezdu

Výpočet kapacity vjezdu A

Levé odbočení vjezdu A (A3) není ovlivňováno protijedoucími vozidly, a tak bude posuzován jako kapacita běžného vjezdu.

Střední a pravý pruh vjezdu A (A1, A2) se posuzují společně jako jeden vjezd, protože oba slouží pro jeden směr jízdy.

Kapacita pravého a středového řadícího pruhu (A1+A2)

Výsledný saturovaný tok se vypočte jako součet dílčích saturovaných toků.

$$S_{V,A1A2} = S_{V,A1} + S_{V,A2} = 1684 + 2000 = 3684$$

Kapacita řadících pruhů se vypočte pomocí vzorce pro kapacitu běžného vjezdu dle TP235[7].

$$C_V = S_V \cdot \frac{z'}{t_c}$$

S_V saturovaný tok vjezdu [pvoz/h]

z' délka efektivní zelené [s]

t_c délka cyklu [s]

Délka efektivní zelené se určí z tabulky 2 z TP 235 [7].

Tab. 20 Délka efektivní zelené [7]

Délka zeleného signálu z [s]	Délka efektivní zelené z' [s]
5 - 7	$z + 1,0$
8 - 10	$z + 0,5$
≥ 11	z

$$C_{V,A1A2} = S_{V,A1A2} \cdot \frac{z'}{t_c} = 3684 \cdot \frac{41}{100} = \mathbf{1510 \text{ pvoz/h}}$$

Kapacita levého řadícího pruhu (A3)

$$C_{V,A3} = S_{V,A3} \cdot \frac{z'}{t_c} = 1886 \cdot \frac{9,5}{100} = \mathbf{179 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet kapacity vjezdu B

Levé odbočení je ovlivněno protijedoucími vozidly, z tohoto důvodu bude pro výpočet použit vzorec pro výpočet kapacity na stopčáře a vzorec pro výpočet kapacity levého odbočení ovlivněného protisměrem. Ze zjištěných hodnot se za výslednou hodnotu kapacity volí hodnota menší.

Výpočet kapacity levého řadícího pruhu vjezdu (B1)

Výpočet kapacity na stopčáře

$$C_{S,D1} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 1920 \cdot \frac{19}{100} = \mathbf{364 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet kapacity levého odbočení ovlivněného protisměrem

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot I_P) \cdot (Z_P \cdot S_P - I_P \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_P - I_P)} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot 319) \cdot (18 \cdot 1894 - 319 \cdot 100)}{100 \cdot (1894 - 319)} = \mathbf{14 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_{L2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} = \frac{4 \cdot 3600}{100} = \mathbf{144 \text{ pvoz/h}}$$

$C_{L3} = 0 \Rightarrow$ Délka zelené protisměru trvá stejnou dobu jako délka zelené řešeného vjezdu

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} = 14 + 144 + 0 = \mathbf{158 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_S > C_L \Rightarrow C_{V,B1} = \mathbf{158 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet kapacity pravého řadícího pruhu (B2)

$$C_{V,B2} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 1920 \cdot \frac{19}{100} = \mathbf{364 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet kapacity vjezdu C

Výpočet kapacity levého řadícího pruhu C1

$$C_{V,C1} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 1895 \cdot \frac{17}{100} = \mathbf{322 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet kapacity středního a pravého pruhu C2,C3

$$S_{V,C2C3} = S_{V,C2} + S_{V,C3} = 1960 + 1817 = \mathbf{3777 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_{V,C2C3} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 3777 \cdot \frac{33}{100} = \mathbf{1247 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet kapacity vjezdu D

Výpočet kapacity levého řadícího pruhu vjezdu D1

Výpočet kapacity na stopčáře

$$C_{S,D1} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 1880 \cdot \frac{18}{100} = \mathbf{338 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet kapacity levého odbočení ovlivněného protisměrem

$$C_{L1} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot I_P) \cdot (Z_P \cdot S_P - I_P \cdot t_c)}{t_c \cdot (S_P - I_P)} = \frac{(1400 - 1,2 \cdot 418) \cdot (19 \cdot 1842 - 418 \cdot 100)}{100 \cdot (1842 - 418)} = >$$

$$I_P \cdot t_c \geq Z_P \cdot S_P \Rightarrow C_{L1} = 0$$

$$C_{L2} = \frac{N_A \cdot 3600}{t_c} = \frac{4 \cdot 3600}{100} = \mathbf{144 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_{L3} = S_L \cdot \frac{Z_0}{t_c} = 1880 \cdot \frac{1}{100} = \mathbf{19 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_L = C_{L1} + C_{L2} + C_{L3} = 0 + 144 + 19 = \mathbf{163 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_S > C_L \Rightarrow C_{V,D1} = \mathbf{163 \text{ pvoz/h}}$$

Výpočet kapacity pravého řadícího pruhu vjezdu D2

$$C_{V,D2} = S_V \cdot \frac{z'}{t_c} = 1894 \cdot \frac{18}{100} = \mathbf{341 \text{ pvoz/h}}$$

7.4 Výpočet rezervy kapacity

Výpočet rezervy kapacity se provádí pomocí vzorce uvedeného v TP 235 [7].

$$REZ = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 [\%].$$

I_V návrhová intenzita dopravy na vjezdu [pvoz/h]

C_V kapacita vjezdu [pvoz/h]

Rezerva kapacity vjezdu A

$$REZ_{A1A2} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{812}{1510}\right) \cdot 100 = \mathbf{46,22\%}$$

$$REZ_{A3} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{77}{179}\right) \cdot 100 = \mathbf{56,98\%}$$

Rezerva kapacity vjezdu B

$$REZ_{B1} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{143}{158}\right) \cdot 100 = \mathbf{9,491\%}$$

$$REZ_{B2} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{418}{364}\right) \cdot 100 = -\mathbf{14,83\%}$$

Rezerva kapacity vjezdu C

$$REZ_{C1} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{171}{322}\right) \cdot 100 = \mathbf{46,89\%}$$

$$REZ_{C2C3} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{1017}{1247}\right) \cdot 100 = \mathbf{18,44\%}$$

Rezerva kapacity vjezdu D

$$REZ_{D1} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{62}{163}\right) \cdot 100 = \mathbf{61,96\%}$$

$$REZ_{D2} = \left(1 - \frac{I_V}{C_V}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{319}{341}\right) \cdot 100 = \mathbf{6,45\%}$$

7.5 Střední doba zdržení

Střední doba zdržení vjezdu A

Střední doba zdržení řadícího pruhu A1A2

$$t_{W,A1A2} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 41)^2 \cdot 1510}{1510 \cdot 100 - 812} + \frac{812 \cdot 3600}{1510^2 - 812 \cdot 1510} =$$

$$= \mathbf{21,34 \text{ s}}$$

Střední doba zdržení řadícího pruhu A3

$$t_{W,A3} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 9,5)^2 \cdot 179}{179 \cdot 100 - 77,95} + \frac{77,95 \cdot 3600}{179^2 - 77,95} =$$

$$= \mathbf{45,26 \text{ s}}$$

Střední doba zdržení vjezdu B

Střední doba zdržení řadícího pruhu B1

$$t_{W,B1} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 19)^2 \cdot 158}{158 \cdot 100 - 143,19} + \frac{143,19 \cdot 3600}{158^2 - 143,19} =$$

$$= \mathbf{133 \text{ s}}$$

Střední doba zdržení řadícího pruhu B2

$$t_{W,B2} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 19)^2 \cdot 364}{364 \cdot 100 - 418,19} + \frac{418,19 \cdot 3600}{364^2 - 418,19} =>$$

$$= C_V < I_V => t_{W,B2} = \mathbf{120s}$$

Střední doba zdržení vjezdu C

Střední doba zdržení řadícího pruhu C1

$$t_{W,C1} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 17)^2 \cdot 322}{322 \cdot 100 - 171 \cdot 17} + \frac{171 \cdot 3600}{322^2 - 171 \cdot 322} =$$
$$= 39,77 \text{ s}$$

Střední doba zdržení řadícího pruhu C2C3

$$t_{W,C2C3} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 33)^2 \cdot 1247}{1247 \cdot 100 - 940 \cdot 33} + \frac{940 \cdot 3600}{1247^2 - 940 \cdot 1247} =$$
$$= 30,87 \text{ s}$$

Střední doba zdržení vjezdu D

Střední doba zdržení řadícího pruhu D1

$$t_{W,D1} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 18)^2 \cdot 163}{163 \cdot 100 - 62 \cdot 18} + \frac{62 \cdot 3600}{163^2 - 62 \cdot 163} =$$
$$= 38,58 \text{ s}$$

Střední doba zdržení řadícího pruhu D2

$$t_{W,D2} = 0,45 \cdot \left(\frac{(t_C - z')^2 \cdot C_V}{C_V \cdot t_C - I_V \cdot z'} + \frac{I_V \cdot 3600}{C_V^2 - I_V \cdot C_V} \right) = 0,45 \cdot \frac{(100 - 18)^2 \cdot 341}{341 \cdot 100 - 319 \cdot 18} + \frac{319 \cdot 3600}{341^2 - 319 \cdot 341} =$$
$$= 105,27 \text{ s}$$

7.6 Délka fronty na vjezdu

Délka fronty vjezdu A

Délka fronty řadícího pruhu A1A2

$$L_{F1,A1A2} = 6,0 \cdot \frac{(t_C - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 41) \cdot 812}{2 \cdot 3600} = 39,92 \text{ m}$$

Délka fronty řadícího pruhu A3

$$L_{F1,A3} = 6,0 \cdot \frac{(t_C - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 9,5) \cdot 77}{1 \cdot 3600} = 11,61 \text{ m}$$

Délka fronty na vjezdu B

Délka fronty řadícího pruhu B1

$$L_{F1,B1} = 6,0 \cdot \frac{(t_C - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 19) \cdot 143}{1 \cdot 3600} = 19,31 \text{ m}$$

Délka fronty řadícího pruhu B2

$$L_{F1,B2} = \frac{6,0}{n_p} \cdot \left(I_V \cdot C_V + \frac{(t_c - z') \cdot I_V}{3600} \right) = \frac{6,0}{1} \cdot \left(418 - 364 + \frac{(100 - 17) \cdot 418}{3600} \right) = \mathbf{381,82 \text{ m}}$$

Délka fronty vjezdu C

Délka fronty řadícího pruhu C1

$$L_{F1,C1} = 6,0 \cdot \frac{(t_c - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 17) \cdot 171}{1 \cdot 3600} = \mathbf{23,65 \text{ m}}$$

Délka řadícího pruhu C2C3

$$L_{F1,C2C3} = 6,0 \cdot \frac{(t_c - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 33) \cdot 940}{2 \cdot 3600} = \mathbf{52,48 \text{ m}}$$

Délka fronty vjezdu D

Délka fronty řadícího pruhu D1

$$L_{F1,D1} = 6,0 \cdot \frac{(t_c - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 18) \cdot 62}{1 \cdot 3600} = \mathbf{8,47 \text{ m}}$$

Délka fronty řadícího pruhu D2

$$L_{F1,D2} = 6,0 \cdot \frac{(t_c - z') \cdot I_V}{n_p \cdot 3600} = 6,0 \cdot \frac{(100 - 18) \cdot 319}{1 \cdot 3600} = \mathbf{43,60 \text{ m}}$$

7.7 Úroveň kvality dopravy

Úroveň kvality dopravy u křižovatky řízené SSZ závisí na střední době zdržení. Při zjišťování ÚKD je nutno posoudit všechny vjezdy.

Tab. 21 Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu světelně řízené křižovatky [7]

Úroveň kvality dopravy		Střední doba zdržení $t_{w,lim}$ [s]
Označení	Charakteristika kvality dopravy	
A	Velmi dobrá	≤ 20
B	Dobrá	≤ 35
C	Uspokojivá	≤ 50
D	Dostatečná	≤ 70
E	Nestabilní stav	≥ 70
F	Překročená kapacita	-1)
1) ÚKD na stupni F je dosaženo při rezervě kapacity vjezdu REZ ≤ 0		

Tab. 22 Úroveň kvality dopravy při výhledových intenzitách

Označení vjezdu	Označení řadících pruhů	Střední doba zdržení [s]	ÚKD
A	A1A2	21,34	B
	A3	45,26	C
B	B1	133	E
	B2	120	F
C	C1	39,77	C
	C2C3	30,87	B
D	D1	38,58	C
	D2	105,27	E

7.8 Závěr výpočtu

Výpočtem kapacity předmětné křižovatky pomocí SSZ, byl zjištěn nevyhovující stupeň kvality dopravy řadícího pruhu B2. Celková ÚKD je rovna stupni F. Křižovatka nesplní požadavek na ÚKD.

8 Vytváření modelu v programu PTV VISSIM

Pomocí programu PTV VISSIM se vytvořily modely stávajícího stavu, které se zatížily intenzitou dopravy pro výchozí a následně pro výhledový rok. Další vytvořené modely se týkaly navržených úprav. Modely navržených úprav se zatížily intenzitami pro výhledový rok. Z vytvořených modelů se následně získaly a analyzovaly exportovaná data.

8.1 Postup vytváření modelu současného stavu

V první části vytváření modelu se vložilo do programu PTV VISSIM podložení současného uspořádání křižovatky, kterému se nastavilo příslušné měřítko. Podle vloženého podkladu se provedla modelace jednotlivých ramen křižovatky pomocí linek a konektorů. Po vytvoření komunikační sítě se nadefinovaly příslušné skladby dopravních proudů podle zjištěného dopravního průzkumu. Jednotlivé skladby dopravních proudů se přiřadily příslušným vjezdům do křižovatky a zatížily se zjištěnou intenzitou dopravy. V dalším kroku vytváření modelu se nadefinovaly trasy pro jednotlivé typy dopravních prostředků. V další fázi modelování se provedlo určení přednosti v jízdě nadefinováním příslušných konfliktních oblastí. Před samotným vytvářením signálního plánu se ještě nastavilo snížení rychlosti pro průjezd nárožím křižovatek z důvodu geometrických poměrů, které většinu řidičů nutí projíždět křižovatkou nižší rychlostí než 50 km/h. V takto připraveném modelu se začalo řešit nastavení signálního plánu pro vytvoření SSZ. Vytvoření signálního plánu se provedlo podprogramem VISIG. Signální plán se vytvořil dle získaného signálního plánu od Ostravských komunikací a. s., který je uveden v příloze č. 2. V poslední části se model osadil pomyslnými stopčarami, kterým se přiřadily jednotlivé signální skupiny a také se do křižovatky vložila 3D návěstidla.

9 Analýza získaných dat z programu PTV VISSIM pro model současného stavu (výchozí intenzita dopravy)

Z vytvořeného modelu se nechal vyhodnotit hodinový záznam, ze kterého se následně provedla analýza získaných dat. Studentský software umožňuje pouze hodinové vyhodnocení, jenž je pro potřeby diplomové práce dostačující. Pro přesnější výsledky by bylo třeba nechat model vyhodnocovat delší časový úsek.

Pomocí mikrosimulace se zjišťovaly veličiny, které jsou důležité pro posouzení ÚKD předmětné křižovatky, a veličiny, které poukazují na změnu plynulosti jednotlivých vytvořených modelů. Pro určení ÚKD se použila, v souladu s TP 235, podle kterého se prováděl kapacitní výpočet, střední doba zdržení. Mezi charakteristiky, jenž se použily pro posouzení plynulosti jednotlivých návrhů, se zařadily délky fronty na vjezdech a cestovní čas.

U vytvořeného modelu pro současné uspořádání křižovatky se u vyhodnocování dat zaměřilo na veličiny, podle kterých je možno určit odchylky od zjištěných dat z výpočtu.

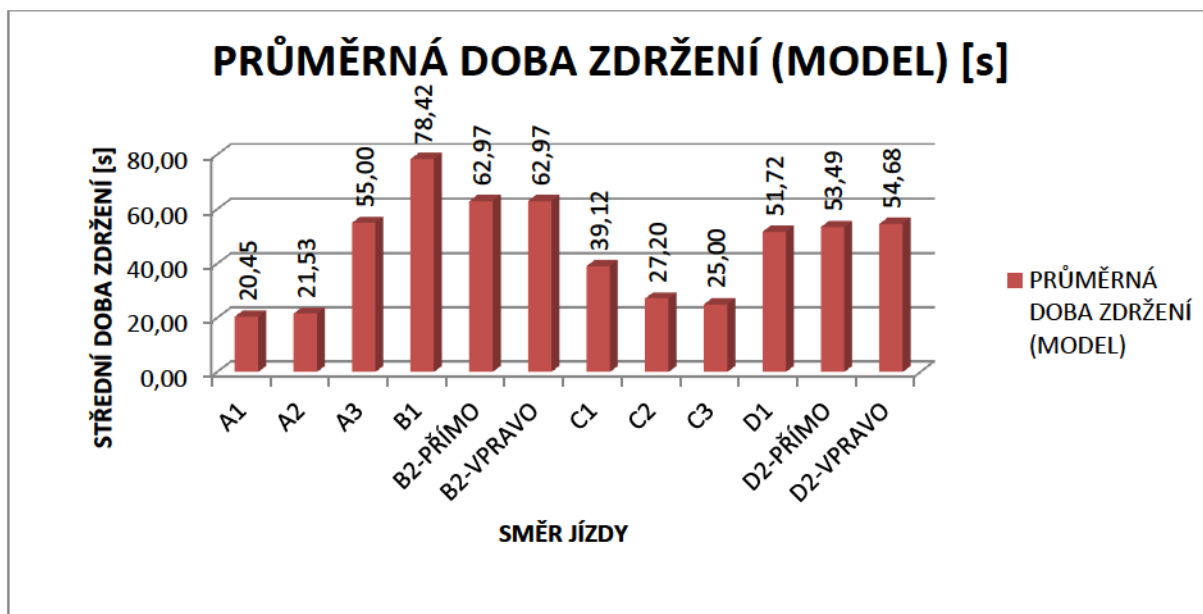


Obr. 20 3D model současného stavu křižovatky pro výchozí rok

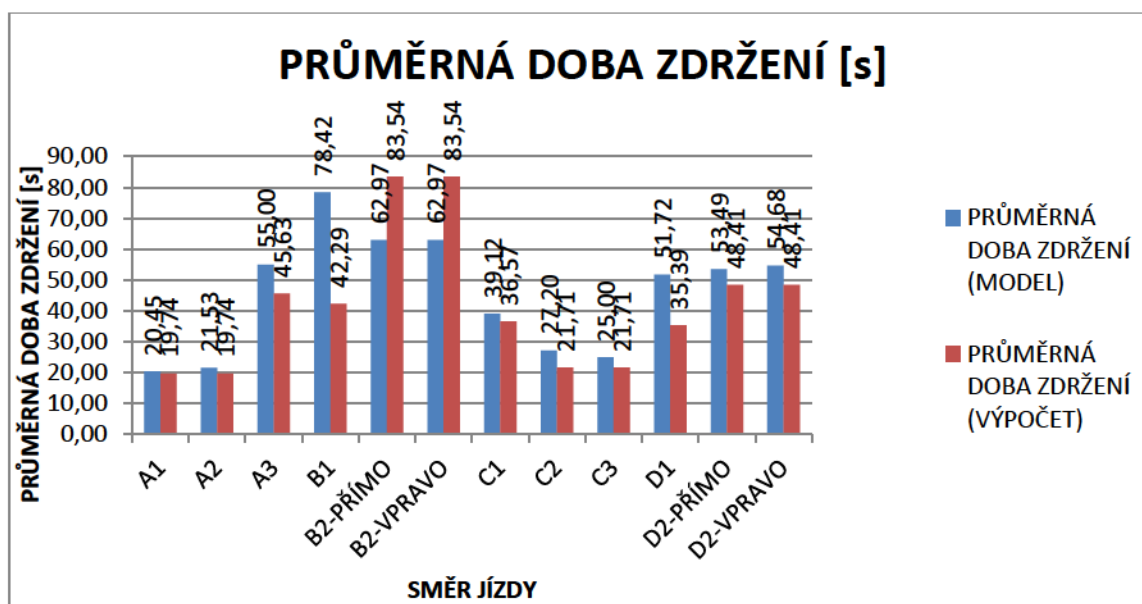
9.1 Vyhodnocení střední doby zdržení

Z exportovaných dat z programu PTV VISSIM se dostala přehledná data o dobách zdržení na jednotlivých vjezdech, ze kterých se následně určila průměrná doba zdržení, která je pro určení ÚKD směrodatná.

Graf. 1 Průměrná doba zdržení dle modelu současného stavu křižovatky (výchozí intenzita dopravy)



Graf. 2 Srovnání výsledků z modelu a výpočtu

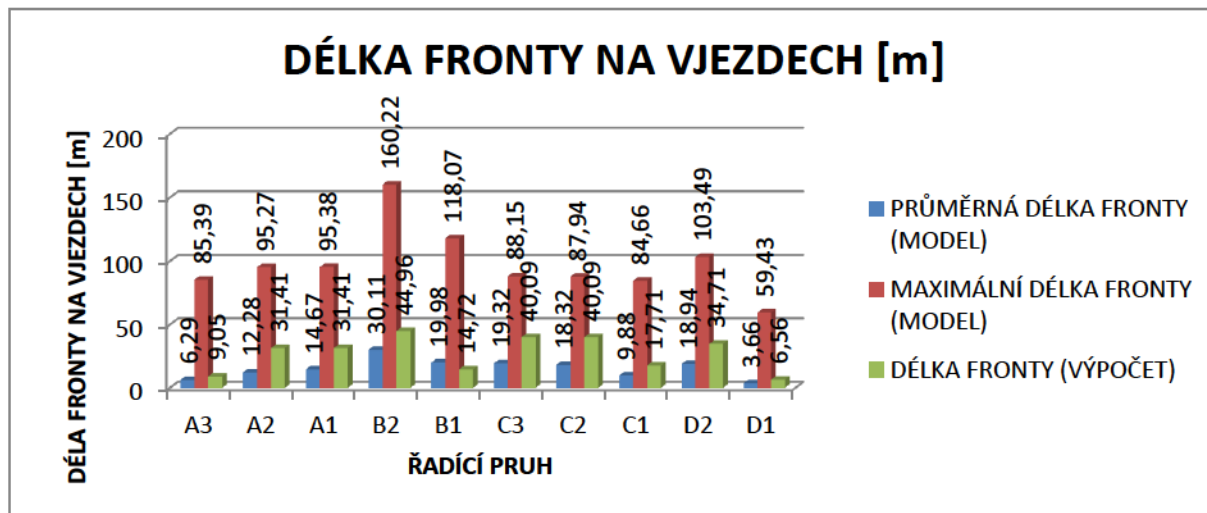


Ve vyobrazeném grafu lze sledovat odchylky mezi zjištěnými daty získanými výpočtem kapacity křižovatky řízené pomocí SSZ a daty získaných z mikrosimulace. Odchylky mezi výpočtem a modelem jsou způsobeny tím, že obě metody zjišťování kapacity křižovatky pracují na rozdílné metodice výpočtu. Vzhledem k tomu, že model přímo pracuje s chováním jednotlivých vozidel, zohledňuje rychlosti vozidel v průjezdu nárožím křižovatek a model plně respektuje geometrické poměry křižovatky, kdy pracuje s délkami řadících pruhů a přesně simuluje obsazenost jednotlivých řadících pruhů a to, zdali se vozidla mohou řadit do

odbočovacího pruhu, nebo je možnost zařazení vyloučena z důvodu dlouhé fronty v přímém řadicím pruhu, autor se domnívá, že model poskytuje přesnější informace.

9.2 Vyhodnocení délky fronty na vjezdech

Graf. 3 Délka fronty jednotlivých vjezdů

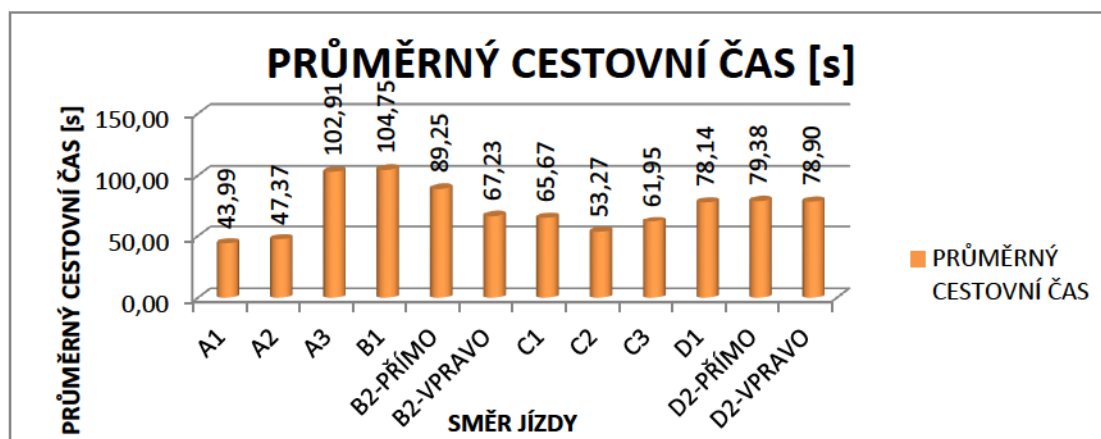


Z grafu lze vyčíst hodnoty průměrné a maximální délky fronty jednotlivých vjezdů, ze kterých můžeme sledovat, že v případě řadicích pruhů vedlejší komunikace ulice Porubská lze očekávat ve výhledovém období tvorbu větších front, které by zasahovaly až do sousední křižovatky. Pro srovnání jsou v grafu uvedeny zjištěné délky front výpočtem, které se z důvodu jiné výpočetní metodiky liší.

9.3 Vyhodnocení cestovního času

Vyhodnocení cestovního času je směrodatné pro zjištění rozdílné plynulosti dopravy pro jednotlivé návrhy. Z toho důvodu se volilo umístění detektorů na všech ramenech křižovatky ve všech modelech ve stejné vzdálenosti od křižovatky, aby bylo možné vyhodnotit, za jaký čas ujedou vozidla v průměru stejnou vzdálenost u jednotlivých návrhů.

Graf. 4 Průměrný cestovní čas současného stavu křižovatky



10 Analýza získaných dat z programu PTV VISSIM pro model současného stavu (výhledový rok)

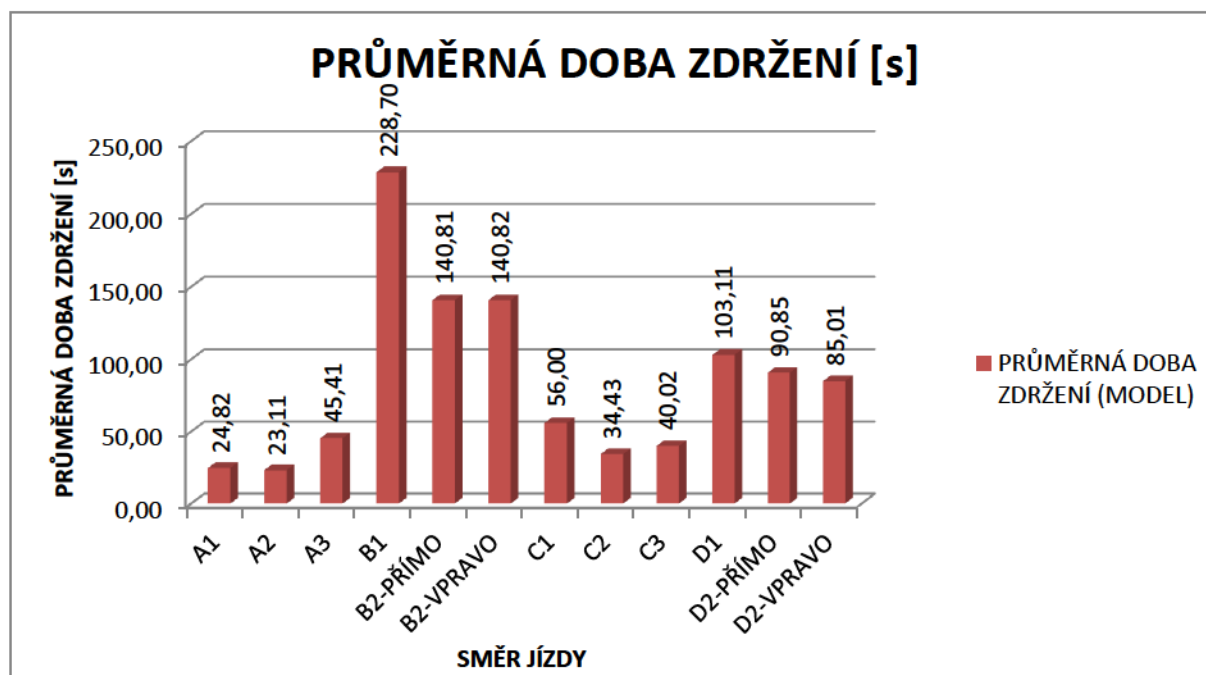
Rovněž jako v předchozím modelu se nechala spuštěná simulace po dobu jedné hodiny a následně se provedlo vyhodnocení získaných dat.



Obr. 21 3D model současného stavu křižovatky pro výhledový rok

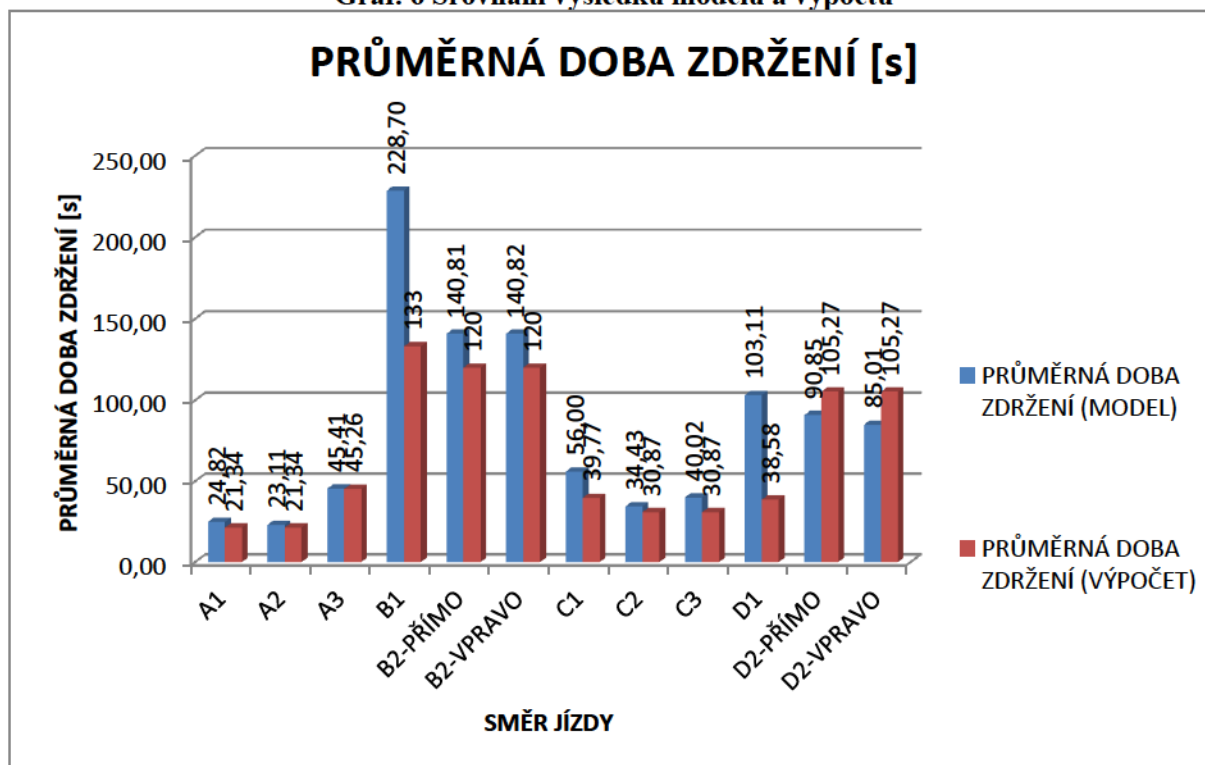
10.1 Vyhodnocení průměrné doby zdržení

Graf. 5 Průměrná doba zdržení dle modelu současného stavu křižovatky (výhledový rok)



Z grafu lze na první pohled vypozařovat problémová ramena křižovatky. Jedná se konkrétně o rameno ulice Porubská (tvořeno řadicími pruhy B1, B2) a rameno ulice Sokolovská (tvořeno řadicími pruhy D1, D2).

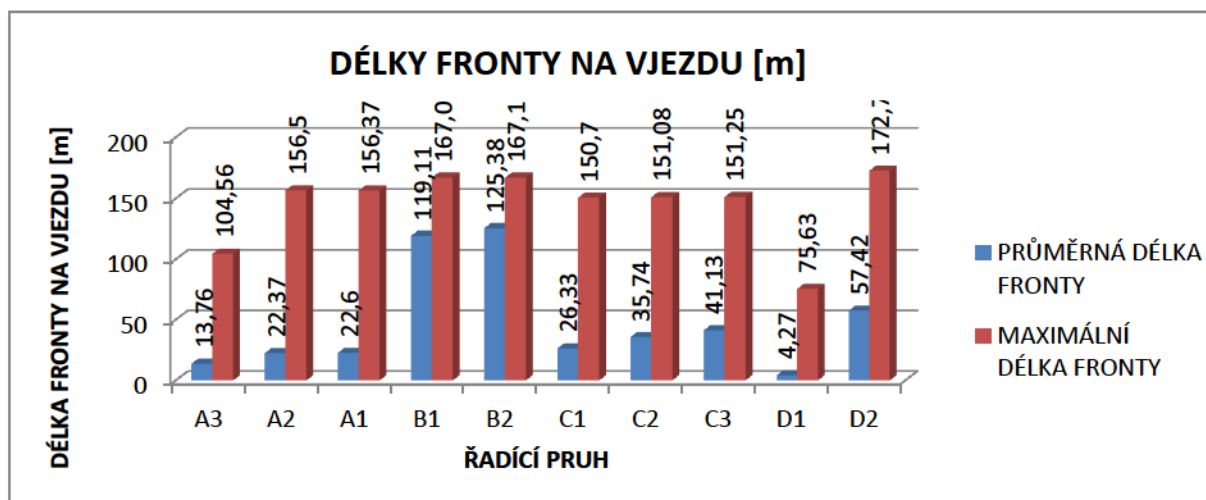
Graf. 6 Srovnání výsledků modelu a výpočtu



Z grafu je zřejmé, že hodnoty střední doby zdržení vykazují malé rozdíly mezi zjištěnou střední dobrou zdržení výpočtem a modelem. Výraznější rozdíl lze sledovat u řadícího pruhu B1 a D1. V případě řadícího pruhu B1 (levé odbočení z ulice Porubská), docházelo v modelu k úplnému ucpání vytvořené linky pro rameno B, z tohoto důvodu se nemohla vozidla odbočující vlevo řadit do řadícího pruhu, ale musela vždy čekat až na projetí přímého směru. Do výpočtu dle TP 235 nevstupuje dané zohlednění, a proto model výrazněji upozorňuje na nedostačující ÚKD tohoto ramene. V případě řadícího pruhu D1 (levé odbočení z ulice Sokolovská) je rozdíl způsoben tak, že ve výpočtu vyšlo najevo, že kapacita řadícího pruhu je menší než intenzita dopravy, z čehož vyplívá záporná rezerva a dále se výpočet neřeší, ale rovnou se volí za střední dobu zdržení 120s. Oproti tomu model vypočítává skutečnou hodnotu střední doby zdržení.

10.2 Vyhodnocení délky fronty na vjezdech

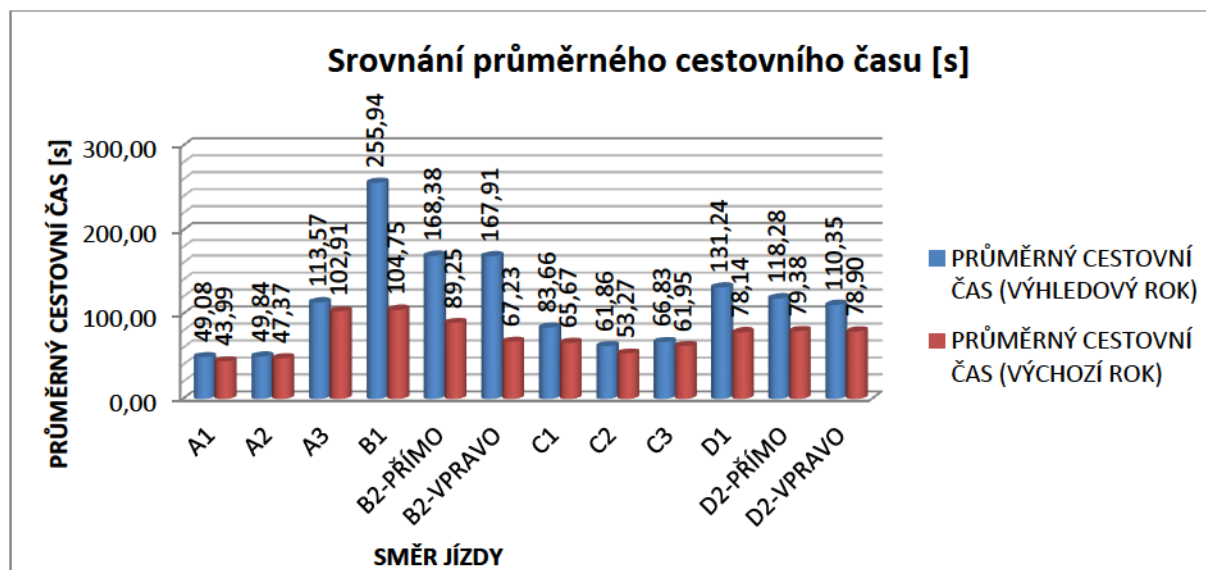
Graf. 7 Délka fronty na vjezdu současné křižovatky (výhledový rok)



V grafu 7 je patrné navýšení délky fronty na vjezdech při zatížení výhledovými intenzitami dopravy. Dále je zřejmá vysoká průměrná délka fronty na ramenech B a D.

10.3 Srovnání průměrného cestovního času u modelů křižovatky pro výchozí a výhledový rok

Graf. 8 Srovnání změny délky cestovního času současného uspořádání křižovatky (výhledový rok X výchozí rok)



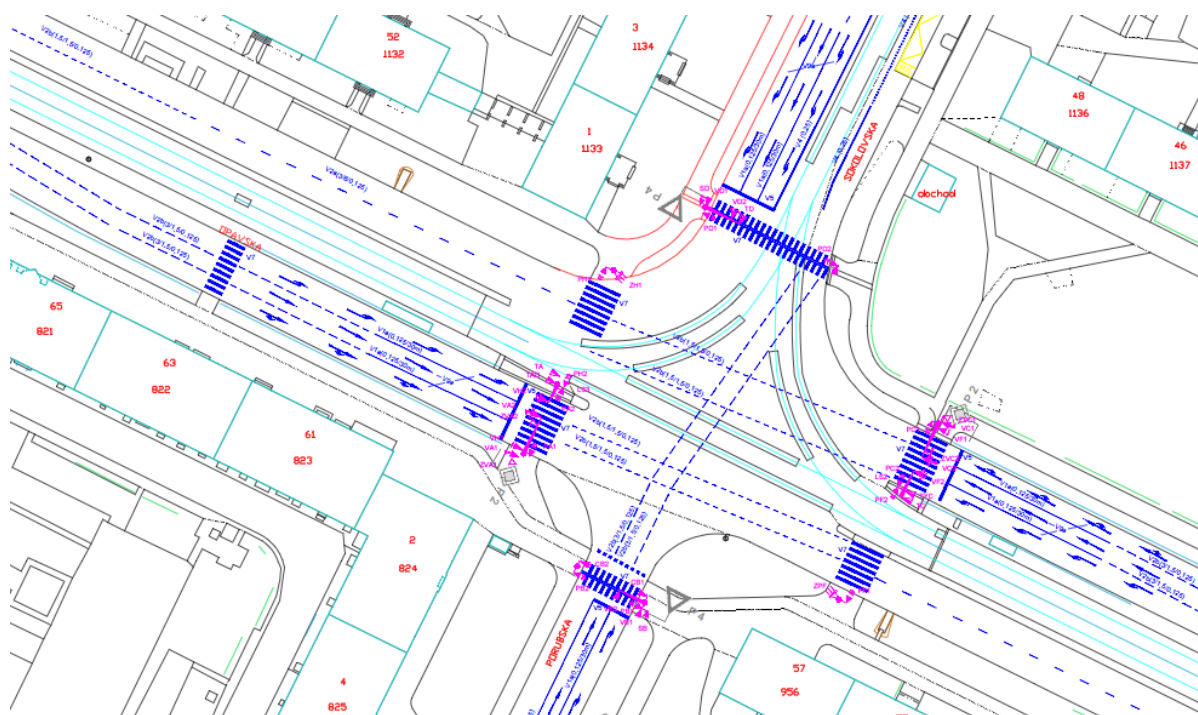
Po vyhodnocení průměrného cestovního času je možné sledovat navýšení tohoto času při zvýšení intenzity dopravy pro výhledový rok. K nejvýraznějšímu navýšení došlo u vedlejších ramen křižovatky. Tomuto zjištění odpovídá navýšení střední doby zdržení a tvorba delších front.

11 Návrhy úprav řešené křižovatky

Z provedených příslušných kapacitních výpočtů a z vyhodnocení exportovaných dat získaných z vytvořených modelů pro výchozí a výhledový rok, byla zjištěna nevyhovující ÚKD pro vedlejší PK (ulice Porubská a Sokolovská). Z tohoto zjištění se zaměřilo na úpravy křižovatky, které mohou vylepšit stávající problém těchto dvou ramen.

Při navrhování úprav se vzala v úvahu řešená křižovatka, která je ve skutečnosti řízená v koordinaci se sousedními křižovatkami, které jsou rovněž řízené pomocí SSZ. Z tohoto důvodu se rozhodlo navrhnout takové úpravy, při kterých nebude docházet k úpravě signálního plánu SSZ, ale které by navýšili kapacitu křižovatky příslušnými stavebními úpravami nebo úpravami řadících pruhů.

11.1 Návrh č. 1



Obr. 22 Výřez z výkresu Návrhu č. 1

Návrh č. 1 spočívá v přidání samostatného řadícího pruhu pro odbočení vpravo v ulici Sokolovská a v zakázání levého odbočení z ulice Porubská. Situační výkres návrhu č. 1 je uveden ve výkresové části výkres č. 3.

Navýšení řadících pruhů v ulici Sokolovská může přispět k řešení situace s problémovým levým odbočením, a to tak, že dojde k rozdělení společného řadícího pruhu pro směr přímo a směr vlevo, což povede k rozdělení intenzity dopravy do těchto řadících pruhů. Rozdělení intenzity dopravy mezi tyto řadící pruhy může vést k navýšení kapacity levého odbočení.

Zákaz levého odbočení v ulici Porubská by měl zlepšit situaci celého ramene, a to z důvodu snížení intenzity dopravy. Při návrhu zákazu levého odbočení je však nutno uvažovat o náhradních trasách vozidel, které tuto křižovatku doposud využívaly k levému odbočení, tedy k jízdě směrem na Opavu.

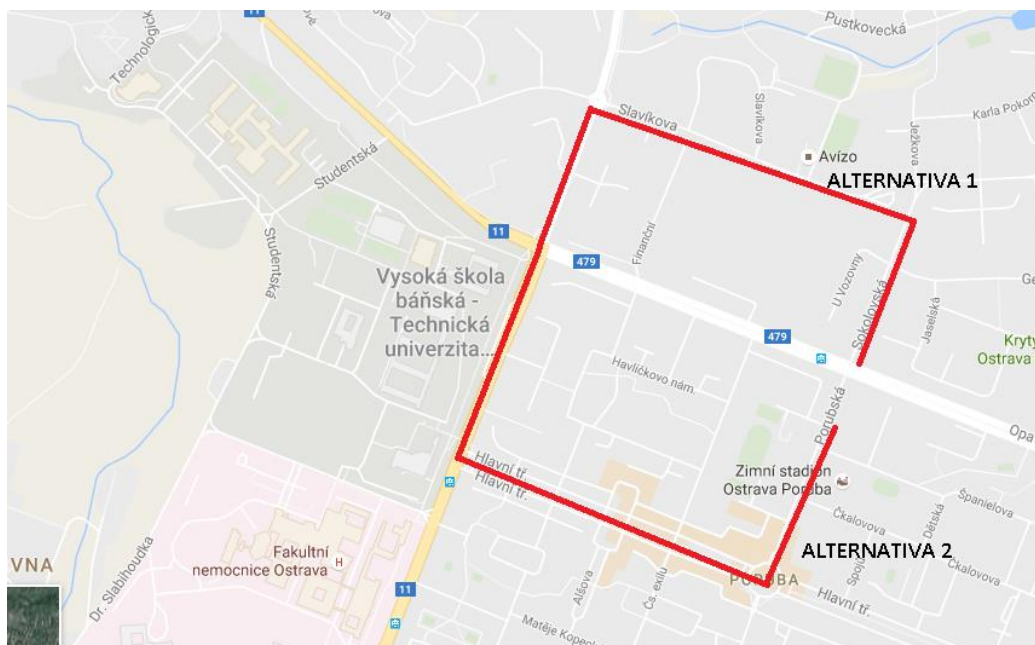
Nabízejí se dvě alternativy, které by mohla vozidla využívat, místo levého odbočení.

Alternativa 1

Projet křižovatkou v přímém směru a pokračovat ulicí Sokolovská ke křižovatce Sokolovská – Slavíkova – Ježkova, ve které je umožněno levé odbočení směrem ulicí Slavíkova, kterou by dále vozidla pokračovala směrem na Opavu.

Alternativa 2

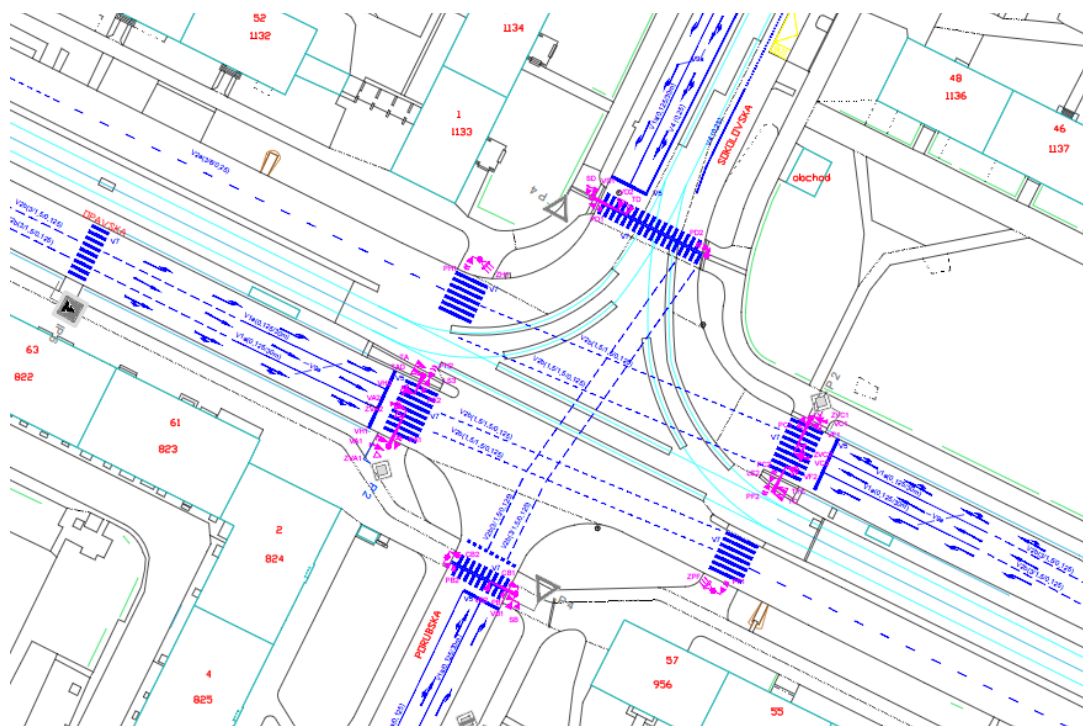
Vozidla mohou k jízdě ve směru na Opavu využívat ulici Hlavní třída, která by řidiče přiváděla k ulici 17. Listopadu a dále je vedla ve směru na Opavu.



Obr. 23 Možné alternativní trasy při zakázaném levém odbočení

Pro vytvoření modelu se uvažovalo o rozložení intenzity dopravy levého odbočení z ulice Porubská v poměru 50:50. Vcházelo se z předpokladu, že by řidiči volili rovnoměrně mezi alternativními cestami. Pro přesnější určení by bylo třeba provést detailnější dopravní průzkum.

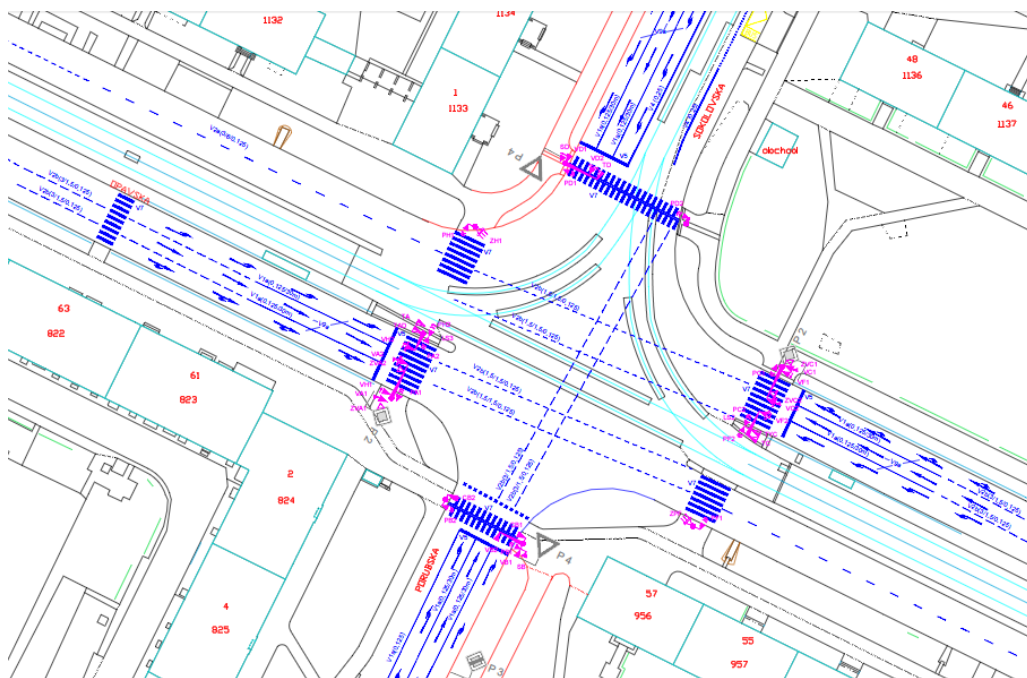
11.2 Návrh č. 2



Obr. 24 Výřez z výkresu Návrhu č. 2

Návrh č. 2 se týká uspořádání řadících pruhů vedlejších PK. V obou směrech se provedla změna společného řadícího pruhu pro směr přímo a směr pro pravé odbočení. V novém stavu by společný řadící pruh sloužil pro směr přímo a směr pro levé odbočení. Tato varianta je vhodná zejména z důvodu nejmenší finanční náročnosti na provedení případné úpravy. Situační výkres návrhu č. 2 je uveden ve výkresové části výkres č. 4.

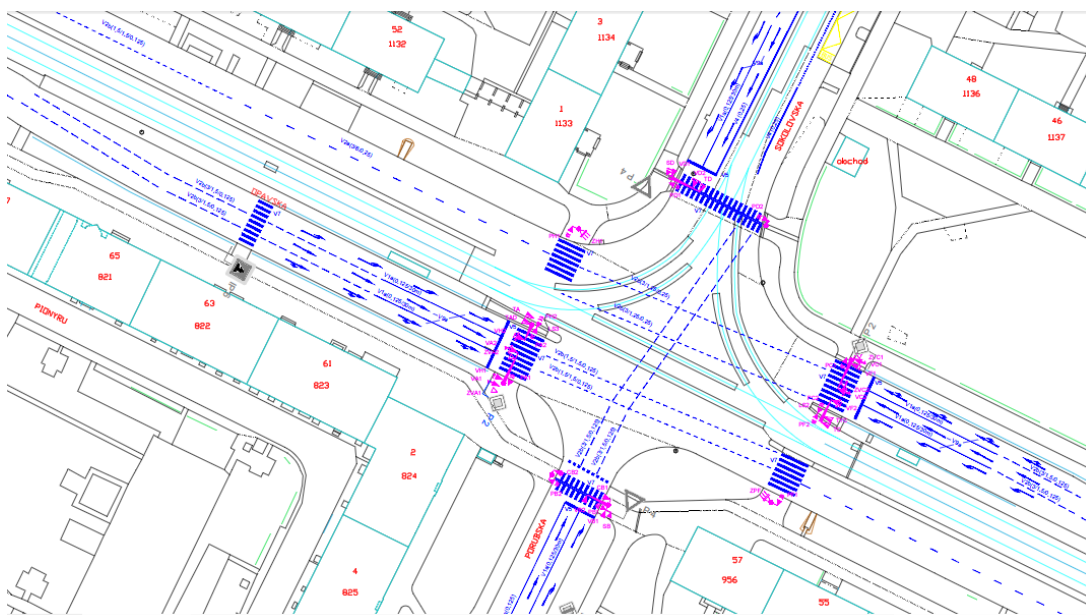
11.3 Návrh č. 3



Obr. 25 Výřez z výkresu Návrhu č. 3

Návrh č. 3 je finančně nejnáročnější a spočívá v přidání samostatného řadícího pruhu pro odbočení vpravo u obou vedlejších ramen křižovatky. Situační výkres návrhu č. 3 je uveden ve výkresové části výkres č. 5.

11.4 Návrh č. 4



Obr. 26 Výřez z výkresu Návrhu č. 4

Návrh č. 4 je obdobně jako návrh číslo 2, nejlevnější variantou úpravy. V tomto návrhu se provedlo vyloučení levého odbočení u obou vedlejších komunikací. Alternativní trasy z ulice Porubská jsou uvedeny v podkapitole 11.1. Alternativní trasy z ulice Sokolovská, které mohou sloužit jako náhrada za zakázané levé odbočení směrem do centra, jsou rovněž dvě. Situační výkres návrhu č. 4 je uveden ve výkresové části výkres č. 6.

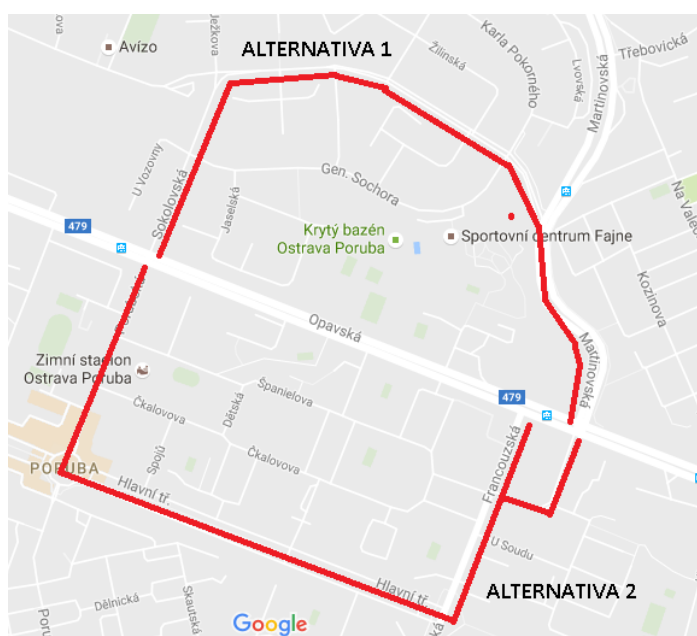
Alternativní trasy z ulice Sokolovská

Alternativa 1

Zvolit trasu pomocí ulice Sokolovská směrem k ulici Martinovská, která následně přivádí dopravu ke křižovatce Martinovská – Opavská – Francouzská. Od této křižovatky by vozidla dále pokračovala směrem do centra.

Alternativa 2

Projet danou křižovatkou přímo směrem k ulici Hlavní třída, kterou mohou vozidla dále pokračovala k ulici Francouzská. Ulice Francouzská vozidla přivádí ke křižovatce Martinovská – Opavská – Francouzská, kde by dále vozidla pokračovala do centra.



Obr. 27 Alternativní trasy pro zákaz levého odbočení

12 Analýza získaných dat z programu PTV VISSIM pro návrh č. 1

V programu PTV VISSIM se vytvořil model pro navrženou úpravu křižovatky. Situační výkres návrhu č. 1 je uveden ve výkresové části, výkres č. 3.

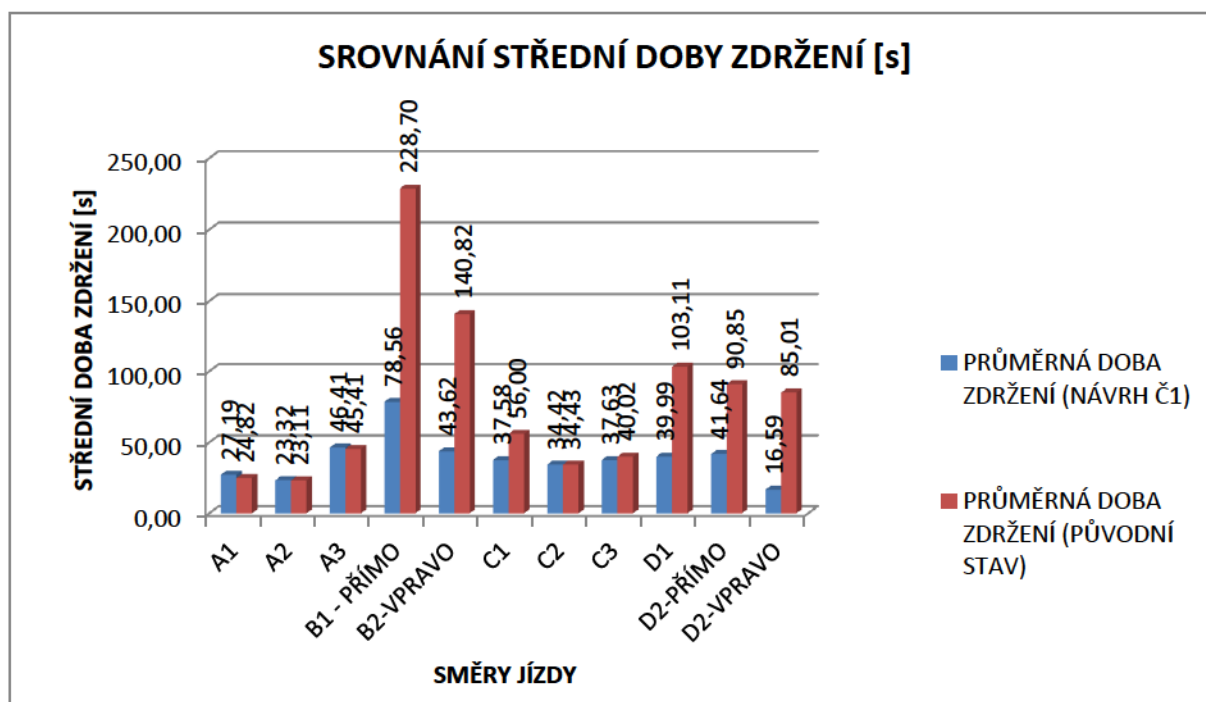


Obr. 28 3D model návrhu č. 1

12.1 Vyhodnocení střední doby zdržení

Při vyhodnocování jednotlivých návrhů se nejdříve zaměřovalo na střední dobu zdržení, která je dle TP 235 [7] směrodatná k určení ÚKD.

Graf. 9 Srovnání střední doby zdržení pro vytvořený návrh č. 1 a současné uspořádání křižovatky pro výhledové období



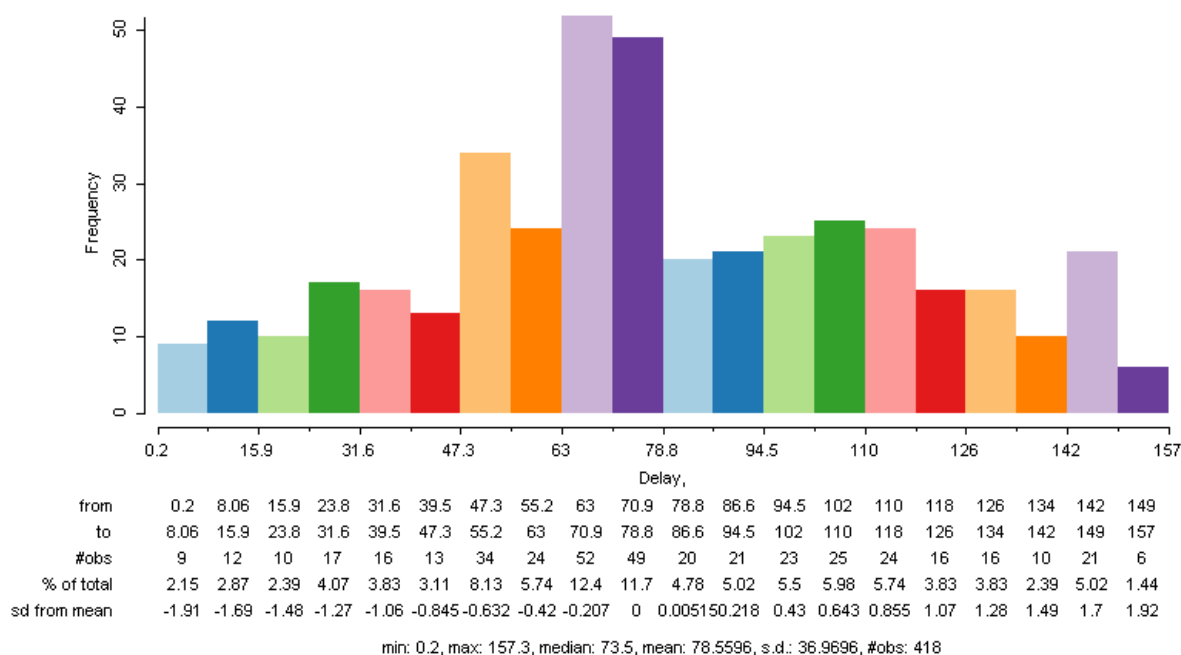
Z vyhodnocených dat týkajících se střední doby zdržení je zřejmé, že došlo ke zlepšení situace u obou problémových vedlejších ramen, jak je vidět z grafu č. 9.

Ulice Porubská

Zakázání levého odbočení z ulice Porubská mělo za následek zmenšení intenzity dopravy jedoucí z tohoto ramene, a také zde došlo k navýšení kapacity křižovatky vyloučením ovlivňování vozidly jedoucími protisměrem.

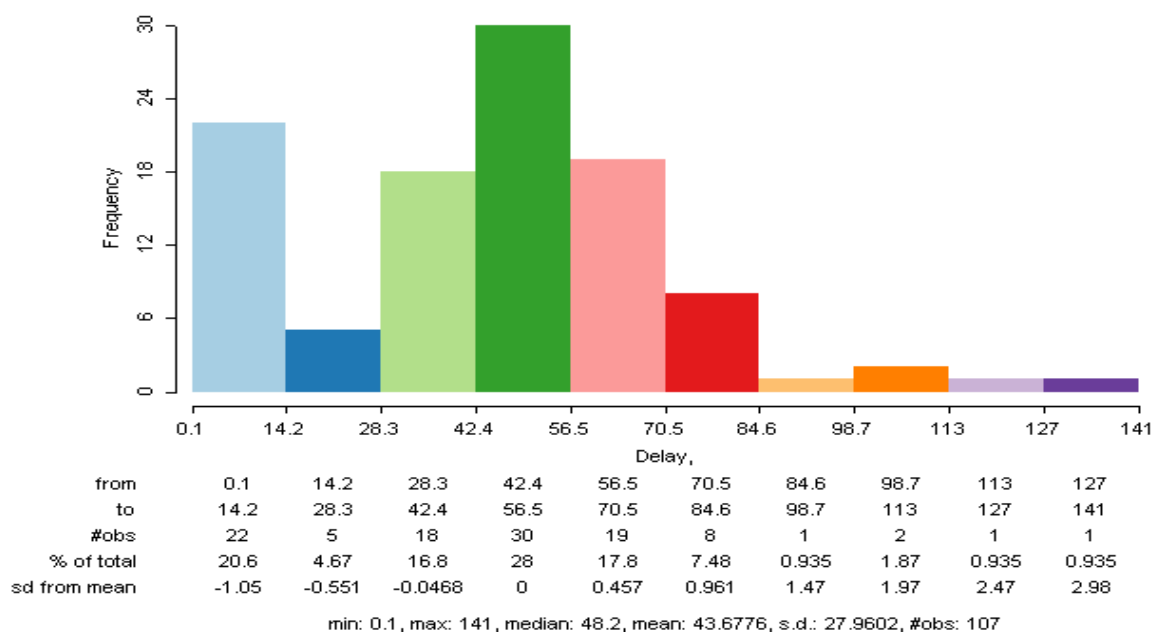
Pro podrobnější analýzu střední doby zdržení, se ze získaných dat, pomocí programu GEODA, vytvořil histogram zobrazující podrobnější analýzu střední doby zdržení pro řešené rameno ulice Porubská.

Graf. 10 Histogram střední doby zdržení pro přímý směr jízdy z ulice Porubská



Vytvořený histogram poskytuje údaje o četnosti jednotlivých intervalů střední doby zdržení. Mezi nejčastější střední dobu zdržení u návrhu č. 1 se řadí interval mezi 63s – 78,8s. Dále lze sledovat, že hodnoty střední doby zdržení kolísají v rozmezí 31s – 150s. Pro určení ÚKD na daném rameni je směrodatná průměrná doba zdržení, která činí 78,56s, a výsledná ÚKD je stupně E.

Graf. 11 Histogram střední doby zdržení pro pravé odbočení u ulice Porubská

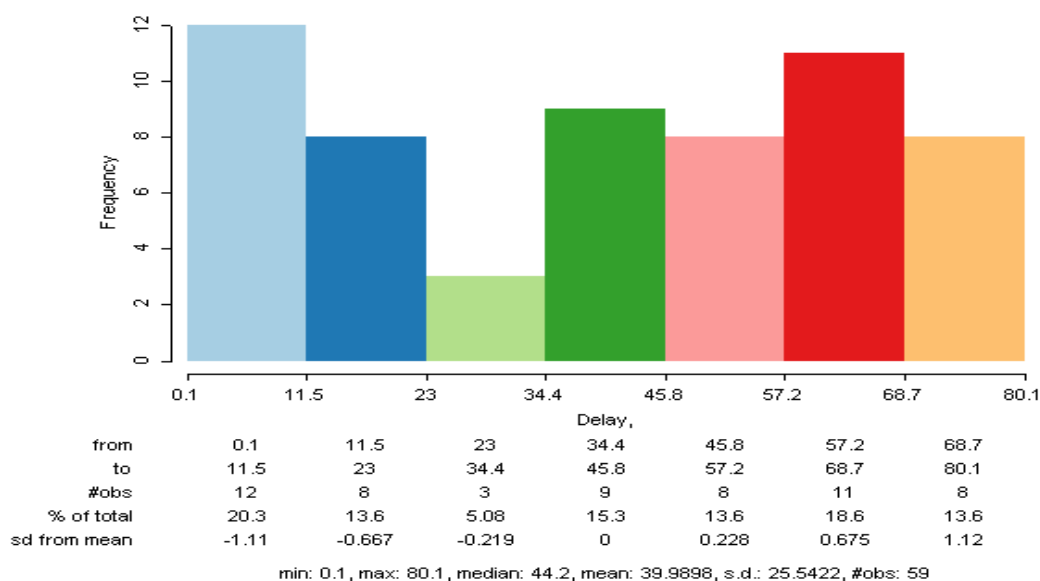


Z vytvořeného histogramu je patrná nejčastější střední doba zdržení v intervalu od 42,4s – 56,5s. Z histogramu je dále zjevné, že střední doba zdržení pro pravé odbočení nabývá hodnot od 0,1s – 141s. Procentuální zastoupení četnosti jednotlivých časových intervalů poukazuje na fakt, že střední doba zdržení nabývá hodnot ve větší četnosti okolo průměru a méně. Průměrná střední doba zdržení pro pravé odbočení z ramene B2 ulice Porubská nabývá hodnoty 43,6s, a ÚKD tohoto ramene je rovna stupni C.

Ulice Sokolovská

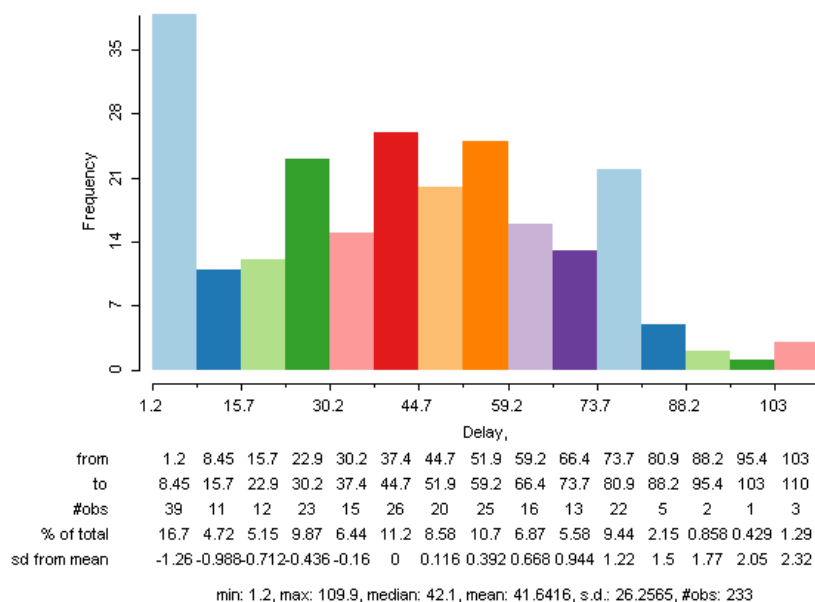
Úpravy ramene křižovatky v ulici Sokolovská vedly ke snížení střední doby zdržení z důvodu rozložení společného řadícího pruhu pro jízdu přímo a odbočení vpravo. Tyto úpravy vedly k navýšení kapacity vjezdu.

Graf. 12 Histogram střední doby zdržení pro levé odbočení z ulice Sokolovská



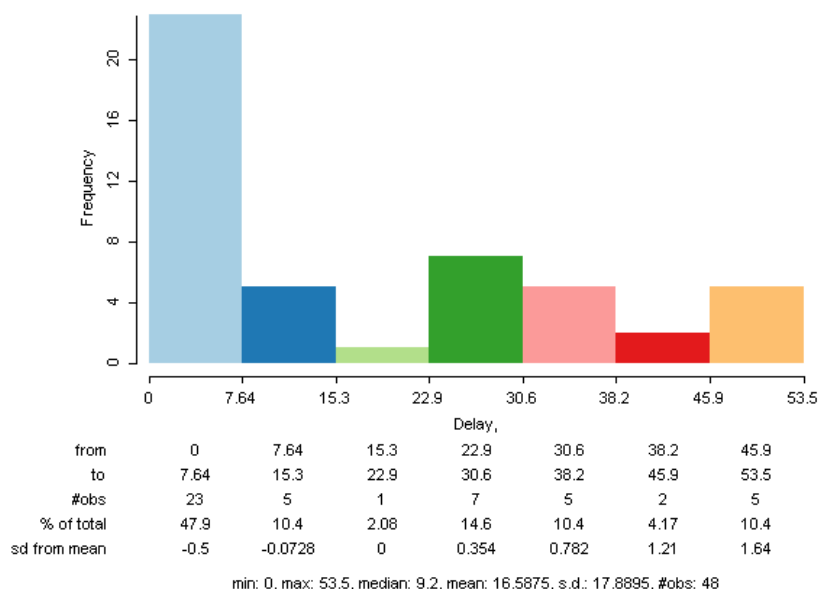
Z histogramu pro levé odbočení z ulice Sokolovská je viditelné rovnoměrné zastoupení intervalů střední doby zdržení. Průměrná střední doba zdržení je rovna 39,99s, a z toho vyplívá ÚKD stupně C.

Graf. 13 Histogram střední doby zdržení ve směru přímém z ulice Sokolovská



Provedenou analýzou získaných dat z vytvořeného modelu je zřejmá průměrná doba zdržení 41,64s, která stanoví ÚKD stupně C. Z vytvořeného histogramu lze sledovat, že střední doba zdržení se, v největším procentuálním zastoupením, pohybuje v rozmezí od 22,9s – 80,9s. Přestože pro určení ÚKD je směrodatná průměrná doba zdržení, je nutno brát v úvahu, že při určitém vývoji okolností, může být plynulost dopravy horší.

Graf. 14 Histogram střední doby zdržení pravého odbočení z ulice Sokolovská



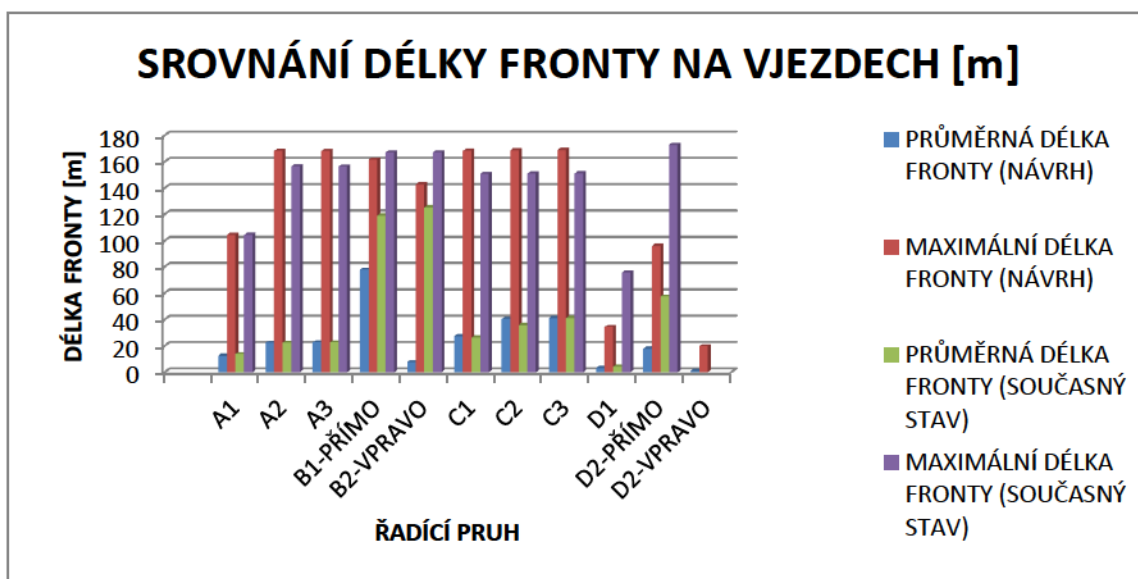
Průměrná doba zdržení pravého odbočení z ulice Sokolovská nabývá hodnoty 16,6s, a ÚKD je rovna stupni A. Z vytvořeného histogramu je možné sledovat, že hodnoty střední doby zdržení se s největší četností pohybují v nižších hodnotách než průměrných, a proto je možné předpokládat, že se stanovená ÚKD bude ve skutečnosti odpovídat zjištěnému stupni A.

12.2 Vyhodnocení délky fronty na vjezdech

Tab. 23 Délky fronty na vjezdech

ŘADÍCÍ PRUH	PRŮMĚRNÁ DÉLKA FRONTY (NÁVRH č. 1)	MAXIMÁLNÍ DÉLKA FRONTY (NÁVRH č. 1)
A1	12,53	104,44
A2	22,31	168,28
A3	22,66	168,17
B1-PŘÍMO	77,85	161,59
B2-VPRAVO	7,61	142,8
C1	27,33	168,39
C2	40,46	168,66
C3	41,07	168,89
D1	3,14	34,3
D2-PŘÍMO	17,85	96,14
D2-VPRAVO	0,96	19,66

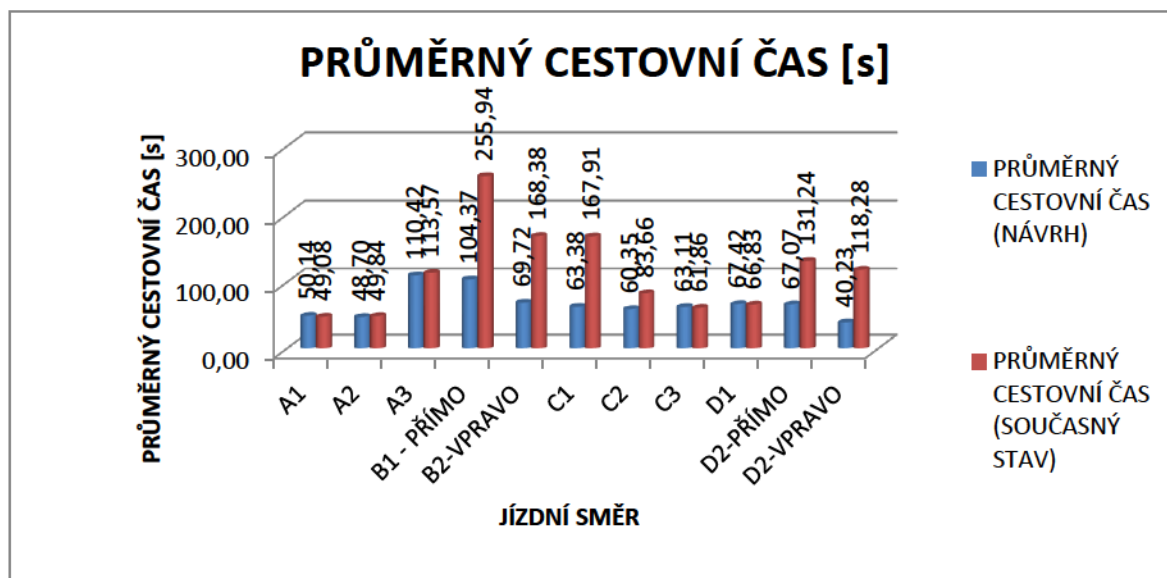
Graf. 15 Srovnání délky fronty současného uspořádání křižovatky a návrhu č. 1



U vytvořeného návrhu došlo ke snížení průměrné délky fronty u problémových ramen křižovatky. Snížení délky fronty je patrné z grafu č. 15, ve kterém je uvedeno i srovnání maximální délky fronty. U obou problémových ramen je možné sledovat zkrácení délky fronty na vjezdu.

12.3 Srovnání průměrného cestovního času

Graf. 16 Srovnání průměrného cestovního času návrhu č. 1 a současného uspořádání křižovatky



Z provedené analýzy je prokázáno zkrácení cestovního času u předmětných ramen. Zkrácení cestovního času má za následek zrychlení provozu a zvýšení plynulosti jízdy danou křižovatkou.

13 Analýza získaných dat z programu PTV VISSIM pro návrh č. 2

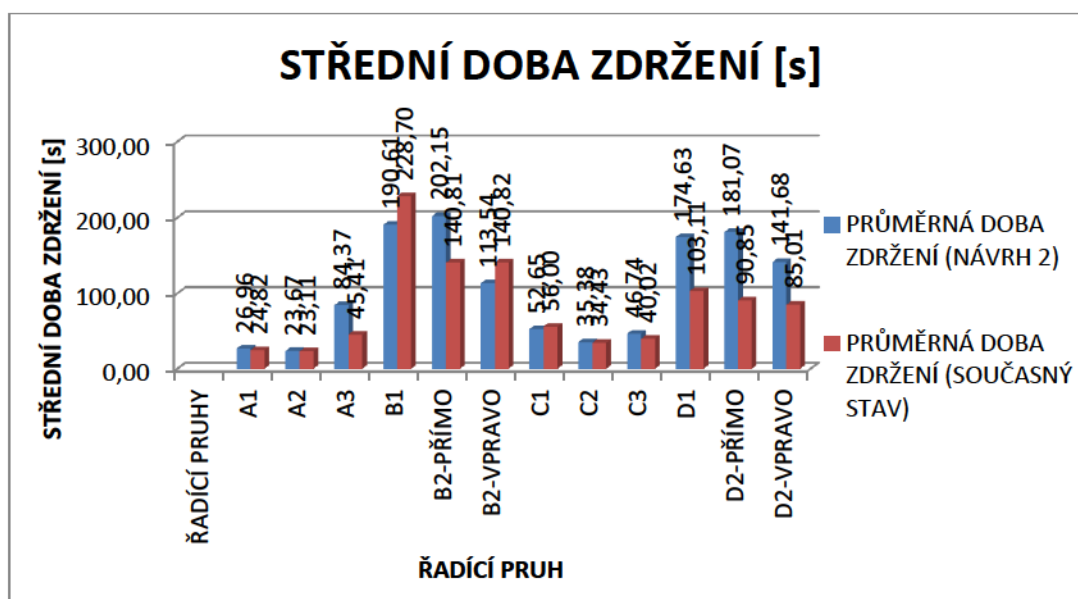
V programu PTV VISSIM se vytvořil model pro navrženou úpravu křižovatky. Situační výkres návrhu č. 2 je uveden ve výkresové části, výkres č. 4.



Obr. 29 3D model návrhu č. 2

13.1 Vyhodnocení střední doby zdržení

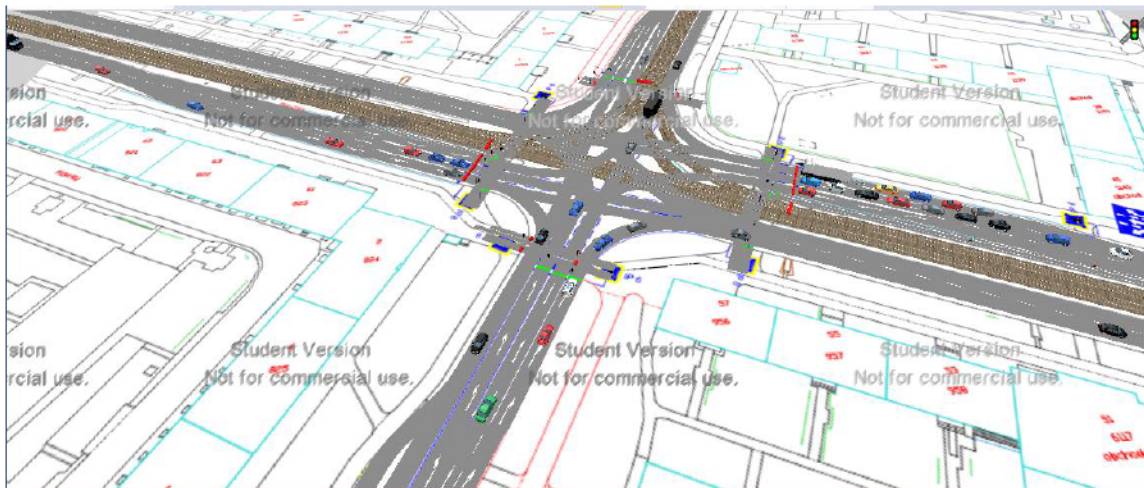
Graf. 17 Srovnání střední doby zdržení návrhu č. 2 a současného upořádání křižovatky



Vyhodnocením získaných dat byl zjištěn nárůst střední doby zdržení návrhu č. 2 u problémových ramen oproti původnímu stavu křižovatky pro výhledový rok. Z důvodu navýšení střední doby zdržení vyplývá, že dojde ještě ke zhoršení stávající situace, a proto není třeba dále analyzovat střední dobu zdržení problémových ramen pomocí histogramů. Jelikož došlo k navýšení střední doby zdržení, dochází automaticky k navýšení délky front na vjezdu a k prodloužení cestovního času. Z tohoto důvodu není třeba provádět další vyhodnocování a lze konstatovat, že návrhem č. 2 nedojde ke zlepšení současné situace.

14 Analýza získaných dat z programu PTV VISSIM pro návrh č. 3

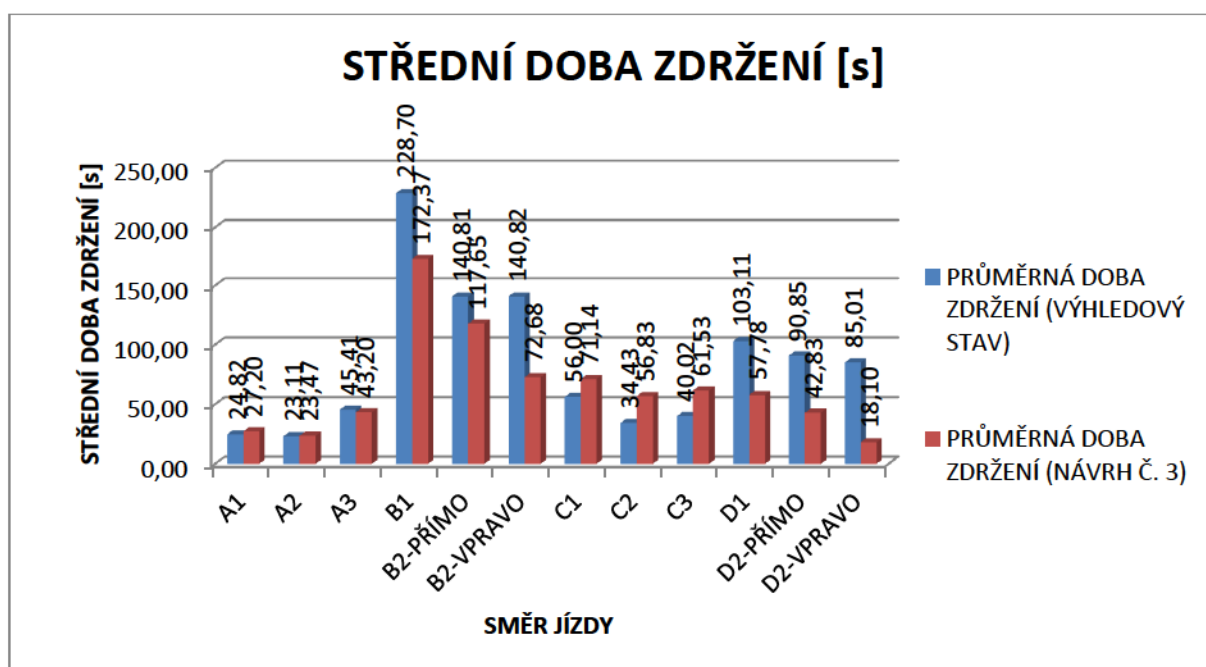
V programu PTV VISSIM se vytvořil model pro navrženou úpravu křižovatky. Situační výkres návrhu č. 3 je uveden ve výkresové části, výkres č. 5.



Obr. 30 3D model návrhu č. 3

14.1 Vyhodnocení střední doby zdržení

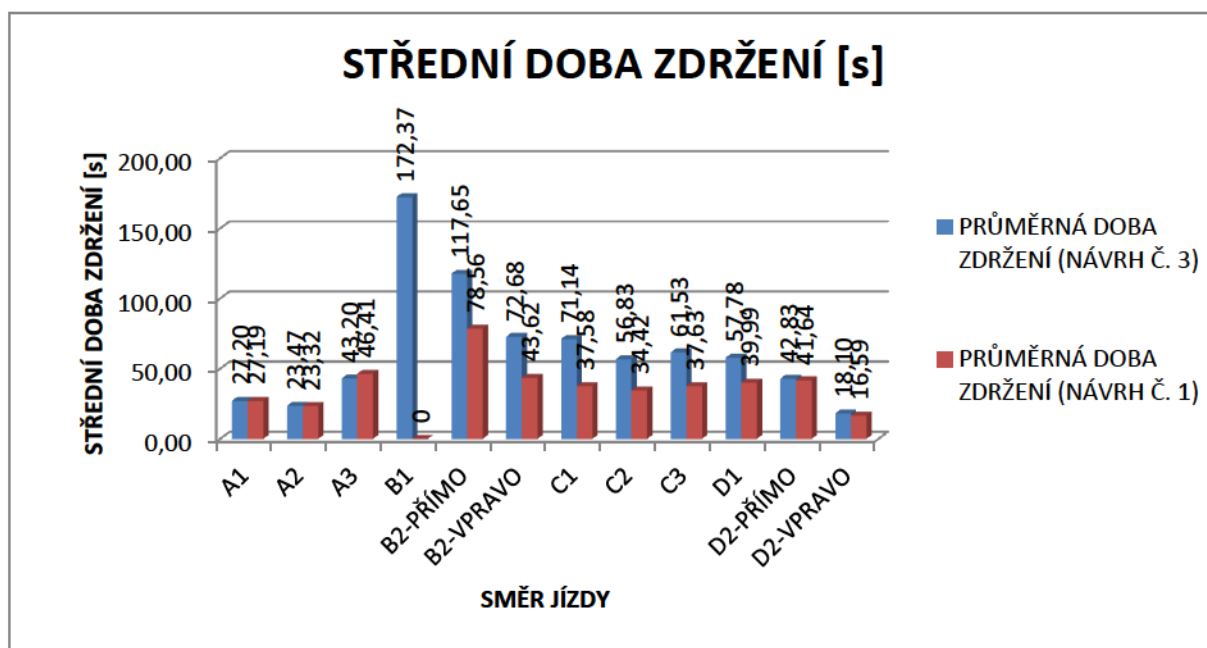
Graf. 18 Srovnání střední doby zdržení návrhu č. 3 a současného uspořádání křižovatky pro výhledový rok



Z provedeného vyhodnocení získaných dat pro vytvořený návrh č. 3 lze sledovat snížení průměrné doby zdržení oproti původnímu uspořádání křižovatky. Protože návrh č. 3 způsobí zlepšení dané situace na křižovatce. V další části vyhodnocování je provedeno

srovnání střední doby zdržení návrhu č. 3 a návrhu č. 1, který rovněž vede ke zlepšení dané situace.

Graf. 19 Srovnání střední doby zdržení návrhu č. 1 a návrhu č. 3



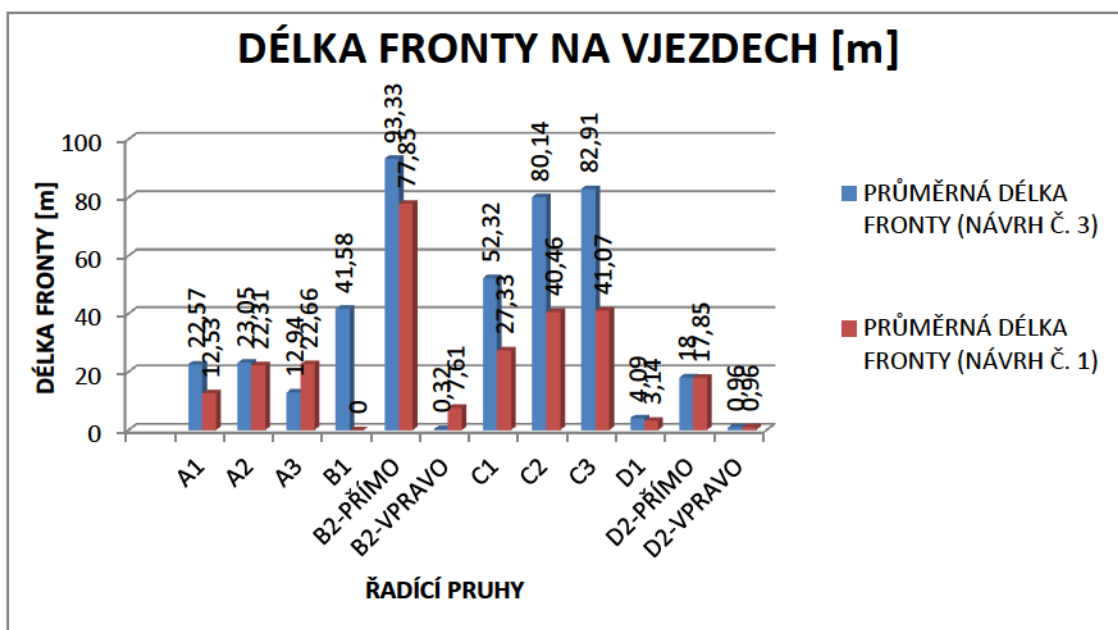
Z grafu č. 19 vyplívá, že střední doba zdržení návrhu č. 1 dosahuje nižších hodnot než u návrhu č. 3. Pro zlepšení současné situace na křižovatce Opavská – Sokolovská – Porubská je lepší variantou úprava č. 1, která je méně finančně náročná a vede k výraznějšímu zlepšení. Nicméně je třeba vzít v úvahu, že varianta č. 1 zakazuje levé odbočení z ulice Porubská. Zákaz levého odbočení vede k odklonění určitého počtu vozidel k jiným křižovatkám, kde by tato vozidla mohla navýšit intenzitu dopravy a zhoršit tak ÚKD na dotčených křižovatkách.

14.2 Vyhodnocení délky fronty na vjezdech

Tab. 24 Délky front u návrhu č. 3 [m]

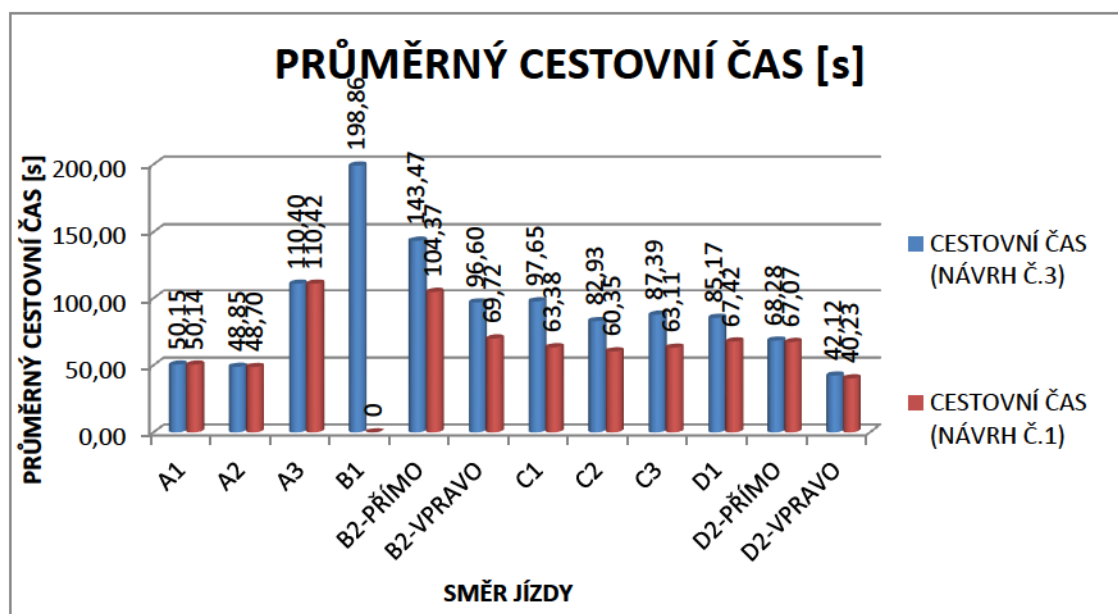
ŘADÍČÍ PRUH	PRŮMĚRNÁ DÉLKA FRONTY (NÁVRH Č. 3)	MAXIMÁLNÍ DÉLKA FRONTY (NÁVRH Č. 3)
A1	22,57	156,43
A2	23,05	156,54
A3	12,94	129,74
B1	41,58	161,49
B2-PŘÍMO	93,33	167,53
B2-VPRAVO	0,32	25,19
C1	52,32	173,75
C2	80,14	174,02
C3	82,91	174,25
D1	4,09	21,51
D2-PŘÍMO	18	91,48
D2-VPRAVO	0,96	19,65

Graf. 20 Srovnání průměrné délky fronty na vjezdech návrhu č. 1 a návrhu č. 3



Graf č. 20 poukazuje na fakt, že u návrhu č. 1 dojde k výraznějšímu zlepšení průměrné délky front oproti návrhu č. 3. Z tohoto důvodu je návrh č. 1 vhodnější úpravou pro zlepšení plynulosti dopravy na předmětné křižovatce.

14.3 Vyhodnocení cestovního času

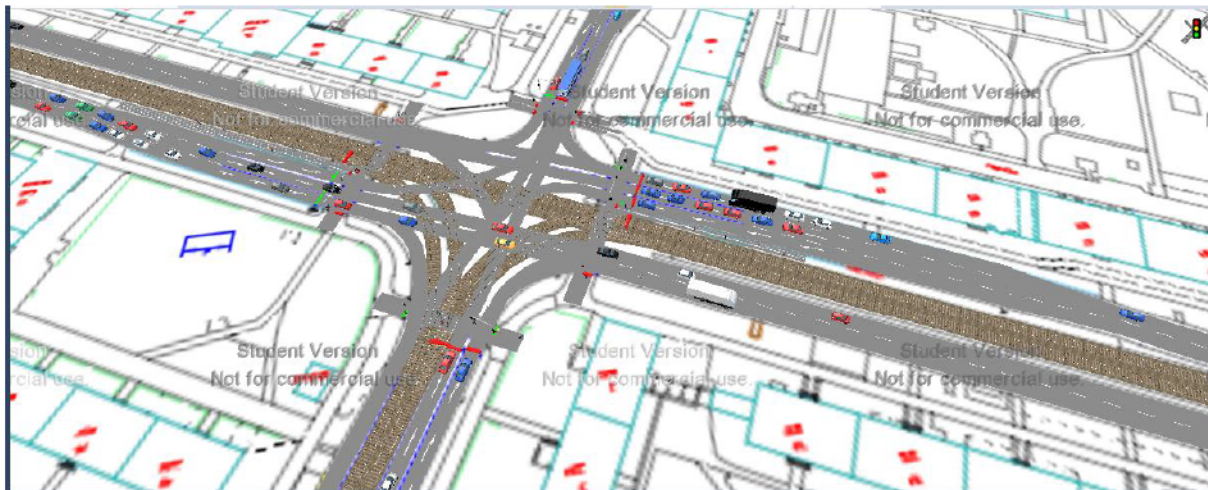


Graf. 21 Srovnání průměrného cestovního času návrhu č. 1 a návrhu č. 3

Z již provedené analýzy vyplývá, že průměrný cestovní čas bude kratší u návrhu č. 1, který z důvodu zkrácení průměrné doby zdržení, fronty na vjezdech a průměrného cestovního času, povede ke zlepšení plynulosti dopravy křižovatkou Opavská – Sokolovská – Porubská.

15 Vyhodnocení získaných dat z programu PTV VISSIM pro návrh č. 4

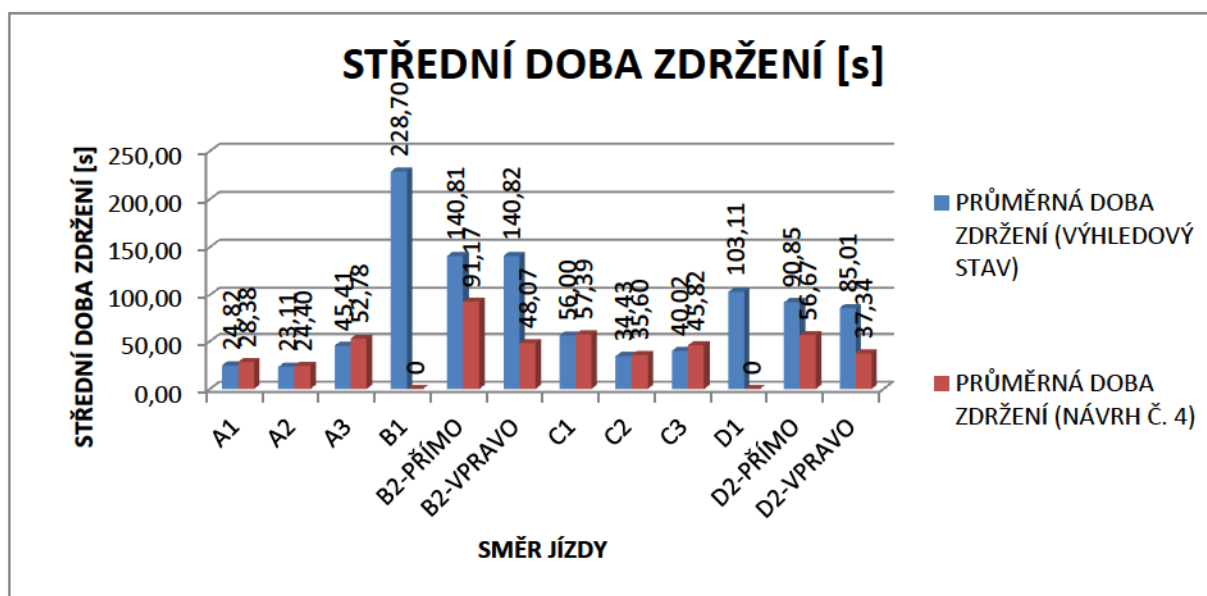
V programu PTV VISSIM se vytvořil model pro navrženou úpravu křižovatky. Situační výkres návrhu č. 4 je uveden ve výkresové části, výkres č. 6.



Obr. 31 3D model návrhu č. 4

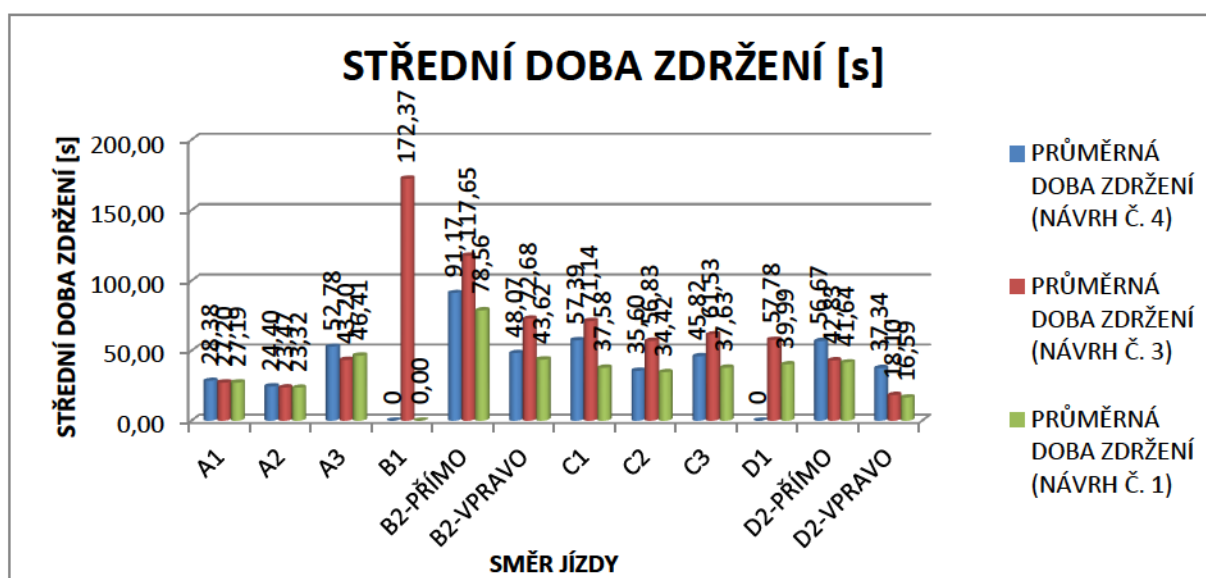
15.1 Vyhodnocení střední doby zdržení

Graf. 22 Srovnání střední doby zdržení současného uspořádání křižovatky a návrhu č. 4



Z grafu č. 22 je možné vypočítat zkrácení střední doby zdržení u problémových ramen křižovatky. Toto zkrácení střední doby držení vede ke zlepšení plynulosti dopravy v místě křižovatky. Protože návrh č. 4 přináší zlepšení současné situace, bude dále provedeno srovnání s předchozími návrhy, které svou úpravou také zkrátily střední dobu zdržení.

Graf. 23 Srovnání střední doby zdržení návrhu č. 1, 3 a 4



Z provedeného srovnání návrhů, které svým uspořádáním křižovatky vedou ke zlepšení současné situace týkající se plynulosti dopravy, vyplývá, že návrh č. 1 vede k největšímu zkrácení střední doby zdržení u problémových ramen křižovatky. Návrh č. 4 oproti návrhu č. 3 představuje zlepšení střední doby zdržení na vjezdu z ulice Porubská. Na ulici Sokolovská představuje naopak návrh č. 3 zlepšení střední doby zdržení oproti návrhu č. 4.

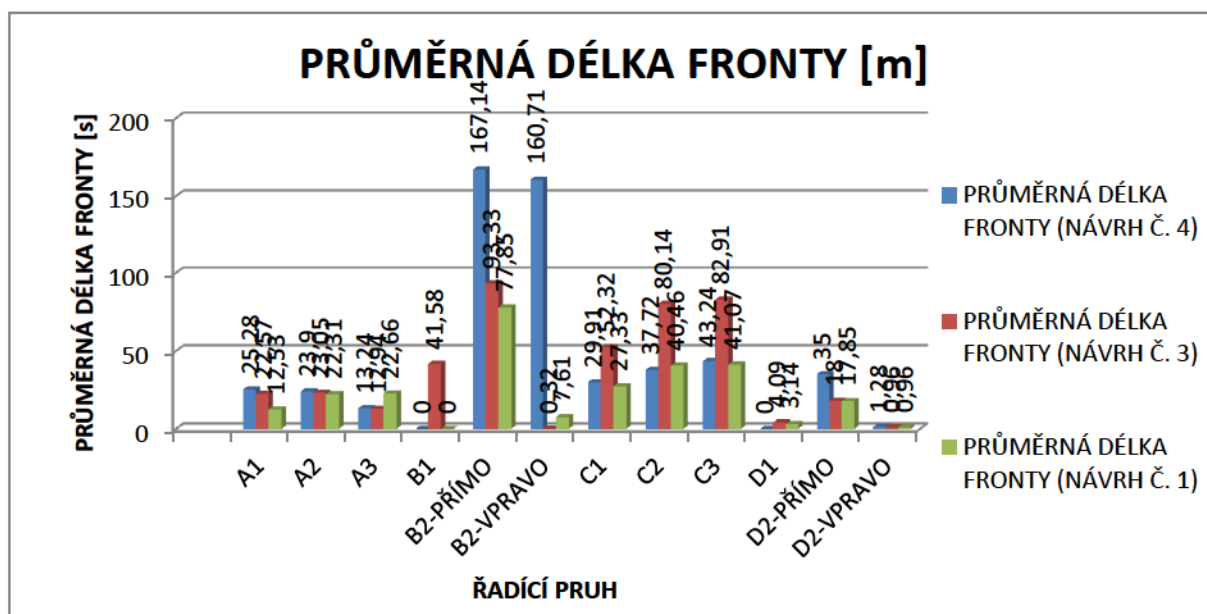
15.2 Vyhodnocení délky fronty na vjezdech

V této kapitole je provedeno vyhodnocení délky fronty na vjezdech návrhu č. 4 a srovnání délky fronty na vjezdech u návrhů č. 1, 3 a 4.

Tab. 25 Délka front u návrhu č. 4

ŘADÍCÍ PRUH	PRŮMĚRNÁ DÉLKA FRONTY (NÁVRH Č. 4)	MAXIMÁLNÍ DÉLKA FRONTY (NÁVRH Č. 4)
1	25,28	175,71
A2	23,9	175,83
A3	13,24	136,1
B1	Směr zakázán	Směr zakázán
B2-PŘÍMO	167,14	668
B2-VPRAVO	160,71	93
C1	29,91	145,4
C2	37,72	146,25
C3	43,24	146,42
D1	Směr zakázán	Směr zakázán
D2-PŘÍMO	35	149,83
D2-VPRAVO	1,28	24,44

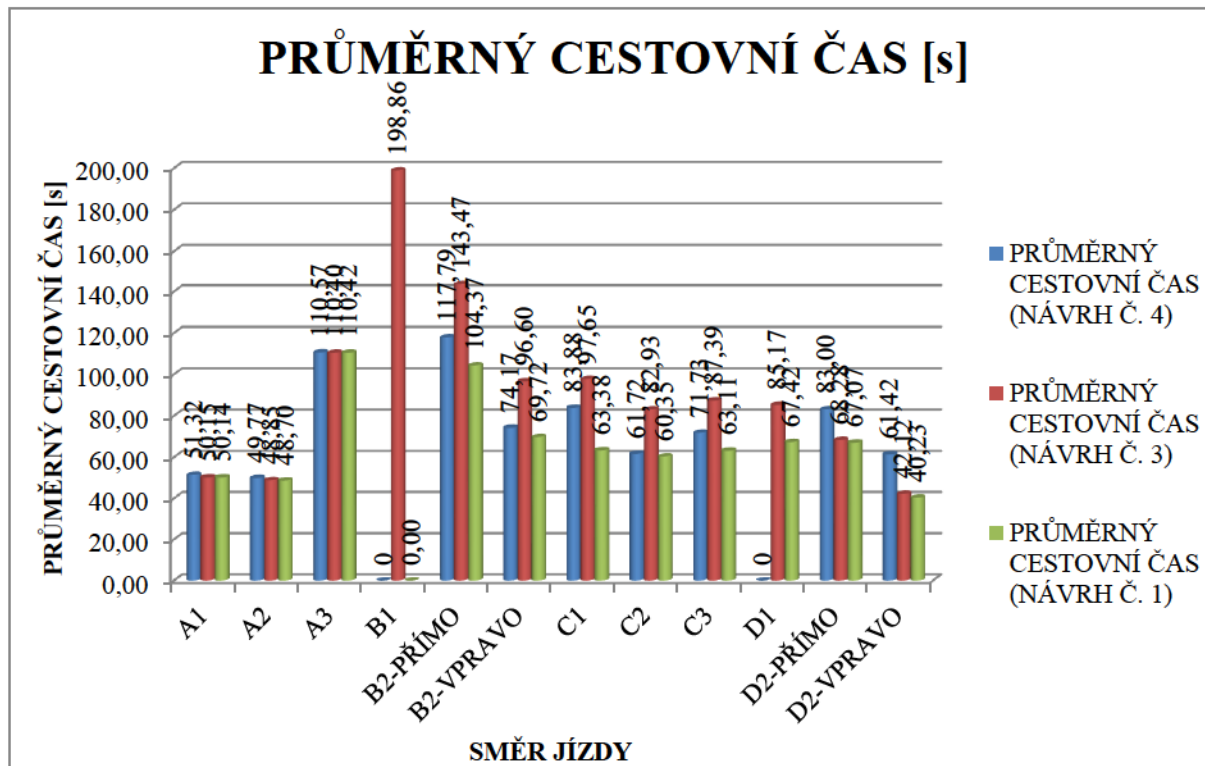
Graf. 24 Srovnání průměrné délky front u návrhů č. 1, 3 a 4



Analýzou průměrné délky fronty na vjezdech jednotlivých návrhu bylo zjištěno, že podle předpokladu budou nejkratší průměrné délky front problémových ramen u návrhu č. 1.

15.3 Vyhodnocení cestovního času

Graf. 25 Srovnání průměrného cestovního času návrhů č. 1, 3 a 4



V grafu č. 25 je vyobrazeno srovnání průměrného cestovního času jednotlivých směrů jízdy. Na první pohled je patrné největší zkrácení průměrného cestovního času u návrhu č. 1.

16 Zhodnocení návrhů úprav

V této kapitole je provedeno zhodnocení návrhů úprav předmětné křižovatky. Výsledkem tohoto zhodnocení bude zjištění nejvhodnější úpravy na zlepšení situace na křižovatce Opavská – Sokolovská – Porubská. Vyhodnocování bude provedeno pro návrhy úprav č. 1, 3 a 4, protože návrh úpravy č. 2 nevede ke zlepšení stávající situace.

Do zhodnocení jsou zařazeny tyto kritéria: Střední doba zdržení, délka front, průměrný cestovní čas a bezpečnost.

Srovnání střední doby zdržení

Tab. 26 Hodnoty průměrné doby zdržení u návrhů č. 1, 3 a 4

SMĚR JÍZDY	PRŮMĚRNÁ DOBA ZDRŽENÍ (NÁVRH Č. 4)	ÚKD	PRŮMĚRNÁ DOBA ZDRŽENÍ (NÁVRH Č. 3)	ÚKD	PRŮMĚRNÁ DOBA ZDRŽENÍ (NÁVRH Č. 1)	ÚKD
A1	28,38	B	27,20	B	27,19	B
A2	24,40	B	23,47	B	23,32	B
A3	52,78	D	43,20	C	46,41	C
B1	0		172,37	E	0,00	
B2-PŘÍMO	91,17	E	117,65	E	78,56	E
B2- VPRAVO	48,07	C	72,68	E	43,62	C
C1	57,39	D	71,14	E	37,58	C
C2	35,60	C	56,83	D	34,42	C
C3	45,82	C	61,53	D	37,63	C
D1	0		57,78	D	39,99	C
D2-PŘÍMO	56,67	D	42,83	C	41,64	C
D2- VPRAVO	37,34	C	18,10	A	16,59	A
	VÝSLEDNÁ ÚKD	E	VÝSLEDNÁ ÚKD	E	VÝSLEDNÁ ÚKD	E

Srovnání průměrné délky front

Tab. 27 hodnoty průměrné délky fronty na vjezdech

ŘADÍCÍ PRUH	PRŮMĚRNÁ DÉLKA FRONTY (NÁVRH Č. 4)	PRŮMĚRNÁ DÉLKA FRONTY (NÁVRH Č. 3)	PRŮMĚRNÁ DÉLKA FRONTY (NÁVRH Č. 1)
A1	25,28	22,57	12,53
A2	23,9	23,05	22,31
A3	13,24	12,94	22,66
B1	0	41,58	0
B2-PŘÍMO	167,14	93,33	77,85
B2-VPRAVO	160,71	0,32	7,61
C1	29,91	52,32	27,33
C2	37,72	80,14	40,46
C3	43,24	82,91	41,07
D1	0	4,09	3,14
D2-PŘÍMO	35	18	17,85
D2-VPRAVO	1,28	0,96	0,96

Srovnání délky cestovního času

Tab. 28 Hodnoty průměrných cestovních časů

SMĚR JÍZDY	PRŮMĚRNÝ CESTOVNÍ ČAS (NÁVRH Č. 4)	PRŮMĚRNÝ CESTOVNÍ ČAS (NÁVRH Č. 3)	PRŮMĚRNÝ CESTOVNÍ ČAS (NÁVRH Č. 1)
A1	51,32	50,15	50,14
A2	49,77	48,85	48,70
A3	110,57	110,40	110,42
B1	0	198,86	0,00
B2-PŘÍMO	117,79	143,47	104,37
B2- VPRAVO	74,17	96,60	69,72
C1	83,88	97,65	63,38
C2	61,72	82,93	60,35
C3	71,73	87,39	63,11
D1	0	85,17	67,42
D2-PŘÍMO	83,00	68,28	67,07
D2- VPRAVO	61,42	42,12	40,23

Srovnání bezpečnosti

Bezpečnost na křižovatce Opavská – Sokolovská – Porubská je dána již řízením křižovatky pomocí SSZ. Změna organizace řadících pruhů se příliš ve stránce bezpečnosti neprojeví. U návrhu č. 4 (zákaz levého odbočení z vedlejších PK) dojde ke snížení počtu křížných kolizních bodů, což vede ke zlepšení bezpečnosti, nicméně je zde riziko, že někteří řidiči mohou toto omezení ignorovat a odbočením vlevo proti zákazu ohrozit okolní účastníky silničního provozu.

16.1 Metoda párového porovnání

Metodou párového porovnání se zjišťují preferenční vztahy dvojic kritérií. Úkolem je zjistit pro každé kritérium počet jeho preferencí vzhledem ke všem ostatním kritériím souboru. [9]

V první části této metody dochází k určení preferencí jednotlivých kritérií. Na základě získaných preferencí dojde k určení pořadí jednotlivých kritérií.

Tab. 29 Určení počtu preferencí a stanovení pořadí kritéria

Kritérium	Střední doba zdržení (1)	Délka front (2)	Průměrný cestovní čas (3)	Bezpečnost (4)	Finanční náročnost (5)	Počet preferencí	Pořadí kritéria
Střední doba zdržení (1)		1	1	4	1	3	2
Délka front (2)			2	4	2	2	3
Průměrný cestovní čas (3)				4	3	1	4
Bezpečnost (4)					4	4	1
Finanční náročnost (5)						0	5

Ve druhé části této metody dochází ke stanovení nenormované váhy k_i [9].

$$k_i = n + 1 - p_i$$

n počet kritérií [-]

p_i pořadí i-tého kritéria v jeho preferenčním uspořádání [-]

V další fázi metody se pomocí nenormované váhy k_i vypočte normovaná váha kritérií v_i [9].

$$v_i = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i}$$

k_i nenormovaná váha [-]

Tab. 30 Stanovení normované váhy v_i

Kritérium	Pořadí	k_i	v_i
Střední doba zdržení (1)	2	4	0,27
Délka front (2)	3	3	0,2
Průměrný cestovní čas (3)	4	2	0,13
Bezpečnost (4)	1	5	0,33
Finanční náročnost (5)	5	1	0,07
Celkem		15	

V poslední části zhodnocení jednotlivých variant bylo provedeno rozdělení bodů 1-5 mezi jednotlivé návrhy a kritéria hodnocení. 5 bodů odpovídá nejlepším hodnotám kritériím a 1 bod hodnotám nejhorším. Následně bylo vypočítáno celkové ohodnocení variant dle vztahu [9].

$$H_j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot h_i^j$$

v_i normovaná váha i-tého kritéria [-]

h_i^j dílčí ohodnocení j-té varianty vzhledem k i-tému kritériu [-]

Tab. 31 Celkové ohodnocení variant

Kritérium		varianty		
Název	v_i	Návrh č. 1	Návrh č. 3	Návrh č. 4
Střední doba zdržení (1)	0,27	5	2	3
Délka front (2)	0,2	5	4	3
Průměrný cestovní čas (3)	0,13	5	3	4
Bezpečnost (4)	0,33	4	4	5
Finanční náročnost (5)	0,07	4	3	5
Součet	1	H1 = 4,6	H3 = 3,26	H4 = 3,93

Největšího počtu bodů dosáhla varianta č. 1, která byla, metodou párového porovnání, vybrána jako nejoptimálnější varianta návrhu úpravy současného uspořádání křižovatky Opavská – Sokolovská – Porubská v Ostravě – Porubě.

17 Závěr

Cílem diplomové práce je, s využitím mikrosimulačních modelů, analyzovat bezpečnost a plynulost křižovatky Opavská – Sokolovská – Porubská v Ostravě – Porubě a navrhnout potřebná opatření ke zlepšení plynulosti a bezpečnosti.

První část diplomové práce je věnována dopravně inženýrskému průzkumu. Náplní dopravně inženýrského průzkumu je pořízení videozáznamu křižovatky a vyhodnocení sčítání dopravy provedené firmou Ostravské Komunikace a. s. Dopravně inženýrským průzkumem jsou zjištěny údaje o intenzitě dopravy, skladbě dopravních proudů, směrovém vedení dopravních proudů a o konfliktních situacích.

Druhá část diplomové práce se zabývá vytvářením mikrosimulačních modelů a návrhů na zvýšení plynulosti a bezpečnosti. Tato část obsahuje návrhy úprav stávajících řadících pruhů a přidání nových samostatných řadících pruhů na křižovatce.

V poslední části je provedena analýza získaných dat z programu PTV VISSIM, a následné vyhodnocení neoptimálnějšího návrhu úpravy předmětné křižovatky.

Ze získaných a vyhodnocených dat je nejvhodnější úpravou stávajícího uspořádání křižovatky Opavská – Sokolovská – Porubská, návrh č. 1. Návrh č. 1 spočívá v zakázání levého odbočení z ulice Porubská a přidání samostatného řadícího pruhu pro odbočení vpravo z ulice Sokolovská. Vyhodnocením dat z mikrosimulačního modelu je dokázáno, že tato varianta vede ke zlepšení plynulosti dopravy z důvodu snížení střední doby zdržení a zkrácení průměrného cestovního času.

18 Seznam použité literatury

- [1] Počet obyvatel ve správním obvodu statutárního města Ostravy. *Statutární město Ostrava - Oficiální portál města Ostravy* [online]. 19.04.2013, 12.11.2016 [cit. 2016-11-19]. Dostupné z: <https://www.ostrava.cz/cs/urad/hledam-informace/aktualni-informace/pocet-obyvatel-ve-spravnim-obvodu-statutarniho-mesta-ostravy>
- [2] *Mapy.cz* [online]. Copyright © 1996-2015 [cit. 2016-10-18]. Dostupné z: <http://mapy.cz/zakladni?x=18.1778133&y=49.8367179&z=18&source=stre&id=110959>
- [3] OSTRAVSKÉ KOMUNIKACE a.s. *Sčítání dopravy na křižovatce Opavská - Sokolovská – Porubská + signální plán*, Ostrava, 2013.
- [4] BARTOŠ, L., 2012. Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189. 2. vyd. Plzeň: EDIP, ISBN: 978-80-87394-06-9.
- [5] Statistické vyhodnocení nehod na trase. *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. © 2006 [cit. 2016-10-12]. Dostupné z: <http://maps.jdvdm.cz/cdv2/apps/nehodynatrasy/Search.aspx>
- [6] FOLPRECHT, J. a V. KŘIVDA, 2006. Organizace a řízení dopravy I. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 105 s., [50] s. příl. ISBN: 80-248-1030-1.
- [7] MARTOLOS, J., 2011. Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek. Liberec: EDIP, ISBN: 978-80-87394-03-8.
- [8] BARTOŠ, L., A. RICHTR, J. MARTOLOS a M. HÁLA. 2012. Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 26 s. ISBN: 978-80-87394-07-6.
- [9] OLIVKOVÁ, I., V. KŘIVDA a M. RICHTÁŘ. Městská hromadná doprava. 2006. Metody stanovení vah kritérií [online]. 2006 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mhd/kvalita-vahy.htm>

Poděkování

Autor mockrát děkuje svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Vladislavovu Křivdovi, Ph.D. za cenné rady a pomoc při tvoření diplomové práce. Dále děkuje firmě Ostravské komunikace a.s., která poskytla potřebné podklady k výkresové části a k signálnímu plánu.

Přílohy a výkresová část

Seznam obrázků

Obr. 1 Mapa širších vztahů [2]	1
Obr. 2 Křižovatka Opavská – Sokolovská – Porubská [2]	1
Obr. 3 Označení ramen na křižovatce Opavská – Sokolovská – Porubská [2]	2
Obr. 4 Pentlogram celkové intenzity dopravy v čase 13:00 – 17:00 [voz/4h]	4
Obr. 5 Pentlogram zobrazující intenzitu dopravních proudů ve špičkové hodině [voz/h]	6
Obr. 6 Pentlogram zobrazující intenzitu tramvajové dopravy ve špičkové hodině [voz/h]	6
Obr. 7 Zobrazení polohy dopravních nehod v místě křižovatky [5].....	14
Obr. 8 Poloha zaznamenaných KS	19
Obr. 9 Průběh zaznamenaných KS.....	19
Obr. 10 Průběh zaznamenaných KS.....	20
Obr. 11 Průběh zaznamenaných KS.....	20
Obr. 12 Uspořádání jízdních pruhů vjezdu A.....	22
Obr. 13 Uspořádání řadících pruhu vjezdu B.....	23
Obr. 14 Uspořádání řadících pruhů vjezdu C.....	24
Obr. 15 Uspořádání řadících pruhů vjezdu D.....	25
Obr. 16 Uspořádání jízdních pruhů vjezdu A.....	36
Obr. 17 Uspořádání řadících pruhu vjezdu B.....	36
Obr. 18 Uspořádání řadících pruhů vjezdu C.....	37
Obr. 19 Uspořádání řadících pruhů vjezdu D	37
Obr. 20 3D model současného stavu křižovatky pro výchozí rok.....	46
Obr. 21 3D model současného stavu křižovatky pro výhledový rok.....	49
Obr. 22 Výřez z výkresu Návrhu č. 1	52
Obr. 23 Možné alternativní trasy při zakázaném levém odbočení	53
Obr. 24 Výřez z výkresu Návrhu č. 2.....	54
Obr. 25 Výřez z výkresu Návrhu č. 3.....	55
Obr. 26 Výřez z výkresu Návrhu č. 4.....	55
Obr. 27 Alternativní trasy pro zákaz levého odbočení	56
Obr. 28 3D model návrhu č. 1	57
Obr. 29 3D model návrhu č. 2	63
Obr. 30 3D model návrhu č. 3	64
Obr. 31 3D model návrhu č. 4	67

Seznam grafů

Graf. 1 Průměrná doba zdržení dle modelu současného stavu křižovatky (výchozí intenzita dopravy).....	47
Graf. 2 Srovnání výsledků z modelu a výpočtu.....	47
Graf. 3 Délka fronty jednotlivých vjezdů.....	48
Graf. 4 Průměrný cestovní čas současného stavu křižovatky	48
Graf. 5 Průměrná doba zdržení dle modelu současného stavu křižovatky (výhledový rok)	49
Graf. 6 Srovnání výsledků modelu a výpočtu	50
Graf. 7 Délka fronty na vjezdu současné křižovatky (výhledový rok).....	51
Graf. 8 Srovnání změny délky cestovního času současného uspořádání křižovatky (výhledový rok X výchozí rok).....	51
Graf. 9 Srovnání střední doby zdržení pro vytvořený návrh č. 1 a současné uspořádání křižovatky pro výhledové období	57
Graf. 10 Histogram střední doby zdržení pro přímý směr jízdy z ulice Porubská	58

Graf. 11 Histogram střední doby zdržení pro pravé odbočení u ulice Porubská.....	59
Graf. 12 Histogram střední doby zdržení pro levé odbočení z ulice Sokolovská.....	60
Graf. 13 Histogram střední doby zdržení ve směru přímém z ulice Sokolovská	60
Graf. 14 Histogram střední doby zdržení pravého odbočení z ulice Sokolovská.....	61
Graf. 15 Srovnání délky fronty současného uspořádání křižovatky a návrhu č. 1	62
Graf. 16 Srovnání průměrného cestovního času návrhu č. 1 a současného uspořádání křižovatky	62
Graf. 17 Srovnání střední doby zdržení návrhu č. 2 a současného upořádání křižovatky	63
Graf. 18 Srovnání střední doby zdržení návrhu č. 3 a současného uspořádání křižovatky pro výhledový rok.....	64
Graf. 19 Srovnání střední doby zdržení návrhu č. 1 a návrhu č. 3	65
Graf. 20 Srovnání průměrné délky fronty na vjezdech návrhu č. 1 a návrhu č. 3	66
Graf. 21 Srovnání průměrného cestovního času návrhu č. 1 a návrhu č. 3	66
Graf. 22 Srovnání střední doby zdržení současného uspořádání křižovatky a návrhu č. 4	67
Graf. 23 Srovnání střední doby zdržení návrhu č. 1, 3 a 4	68
Graf. 24 Srovnání průměrné délky front u návrhů č. 1, 3 a 4.....	69
Graf. 25 Srovnání průměrného cestovního času návrhů č. 1, 3 a 4	69

Seznam tabulek

Tab. 1 Intenzita dopravy z ramen A (Opavská od 17. Listopadu) a B (Porubská od Hlavní Třídy) [3] – úprava Bc. René Ryman [voz/4hod]	3
Tab. 2 Intenzita dopravy z ramen C (Opavská od Martinovská) a D (Sokolovská od Slavíková) [3] – úprava Bc. René Ryman [voz/4hod]	3
Tab. 3 Skladba dopravních proudů z ramene A (Opavská od 17. Listopadu) a B (Porubská od Hlavní Třídy) [3] – úprava Bc. René Ryman [voz/4h].....	4
Tab. 4 Skladba dopravních proudů z ramene C (Opavská od Martinovské) a D (Sokolovská od Slavíkové) [3] – úprava Bc. René Ryman [voz/4h].....	4
Tab. 5 Odhad špičkové hodiny ze získaného sčítání dopravy	5
Tab. 6 Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramen A a B [voz/h]	5
Tab. 7 Skladba dopravních proudů ve špičkové hodině z ramen C a D [voz/h]	5
Tab. 8 Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu pro křižovatky řízené SSZ [7]	21
Tab. 9 Přepočtená vozidla pro výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ [pvoz/hod].....	21
Tab. 10 Přepočtená vozidla pro výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ [pvoz/hod].....	21
Tab. 11 Fiktivní poloměry oblouku pro pravé odbočení ovlivněné přecházejícími chodci [7].....	23
Tab. 12 Délka efektivní zelené [7]	26
Tab. 13 Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu světelně řízené křižovatky [7]	32
Tab. 14 Úroveň kvality dopravy při současných intenzitách	33
Tab. 15 Výhledová intenzita dopravy pro rok 2036 vjezdů A a B.....	34
Tab. 16 Výhledová intenzita dopravy pro rok 2036 ramen C a D.....	34
Tab. 17 Přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu pro křižovatky řízené SSZ [7]	35
Tab. 18 Přepočtená vozidla pro výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ [pvoz/hod].....	35
Tab. 19 Přepočtená vozidla pro výpočet kapacity křižovatky řízené SSZ [pvoz/hod].....	35
Tab. 20 Délka efektivní zelené [7]	38
Tab. 21 Limitní hodnoty střední doby zdržení na vjezdu světelně řízené křižovatky [7]	43
Tab. 22 Úroveň kvality dopravy při výhledových intenzitách	44
Tab. 23 Délky fronty na vjezdech	61

Tab. 24 Délky front u návrhu č. 3 [m].....	65
Tab. 25 Délka front u návrhu č. 4.....	68
Tab. 26 Hodnoty průměrné doby zdržení u návrhů č. 1, 3 a 4	70
Tab. 27 hodnoty průměrné délky fronty na vjezdech.....	71
Tab. 28 Hodnoty průměrných cestovních časů	71
Tab. 29 Určení počtu preferencí a stanovení pořadí kritéria	72
Tab. 30 Stanovení normované váhy <i>vi</i>	73
Tab. 31 Celkové ohodnocení variant.....	73

Seznam příloh

Příloha 1

Příloha 2

Příloha 3

Seznam výkresů

Výkres č. 1 – Původní stav křižovatky	1:500
Výkres č. 2 – Situace SSZ	1:200
Výkres č. 3 – Návrh č. 1	1:500
Výkres č. 4 – Návrh č. 2	1:500
Výkres č. 5 – Návrh č. 3	1:500
Výkres č. 6 – Návrh č. 4	1:500

Příloha 1

Klasifikace konfliktních situací

Klasifikace podle účastníků [6]

Chodec	1
Automobil	2
Autobus	3
Chodec x automobil	4
Chodec x autobus	5
Automobil x automobil	6
Automobil x autobus	7
Autobus x autobus	8
Jiné	9

Klasifikace podle způsobu konfliktu [6]

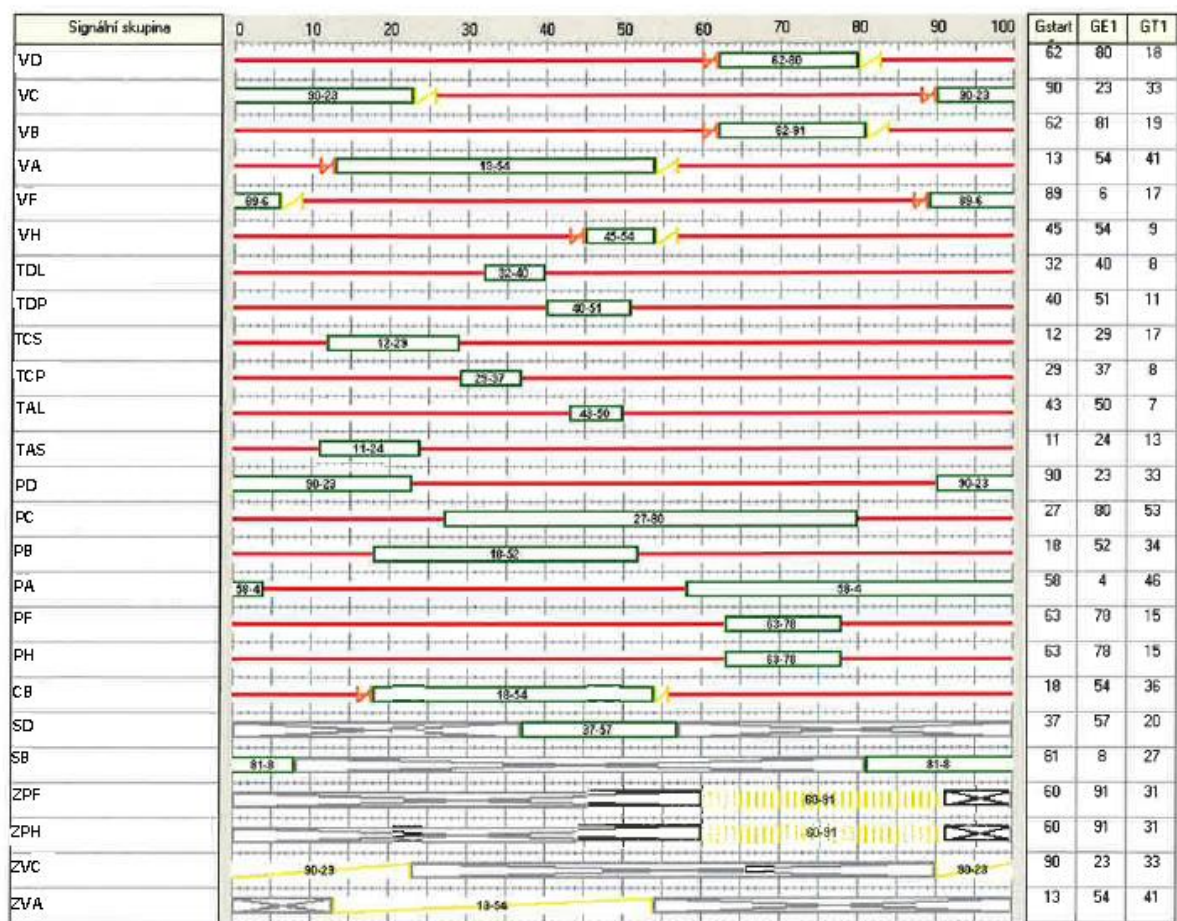
Možnost střetu s příčně jedoucím	... A ...
Možnost střetu s protijedoucím	... B ...
Možnost střetu ve stykovém bodě	... C ...
Možnost střetu s najetím zezadu	... D ...
Možnost střetu se souběžně jedoucím	... E ...
Možnost střetu vlivem parkov. manévru	... P ...
Možnost střetu vlivem otáčení	... O ...
Vjezd (vstup) na červenou	... č ...
Zavinil chodec	... ch ...
Zavinilo vozidlo	... v ...
Agresivita	... a ...
Pasivita	... p ...
Vlivem fronty na křižovatce	... f ...
Pokyn	... g ...

Klasifikace podle závažnosti [6]

Konfliktní situace bez reakce 1
Konfliktní situace bez násilné reakce 2
Konfliktní situace s ostrou reakcí 3
Dopravní nehoda 4

Příloha 2

Signální plán SP2/SP4/100 s, UZP 22. s



Příloha 3

Ukázka exportovaných surových dat z programu PTV VISSIM

\$VISION						
* File: F:\diplomka\postup od 7,11\Největší pokrok\Původní stav (VÝHLEDOVÝ ROK)\Původní stav,inx						
* Comment:						
* Date: 8,11,2016 15:41:12						
* PTV Vissim: 8,00 [00]						
*						
* Table: Queue Results						
*						
* SIMRUN: SimRun, Simulation run						
* TIMEINT: TimeInt, Time interval						
* QUEUECOUNTER: QueueCounter, Queue counter						
* QLEN: QLen, Queue length [m]						
* QLENMAX: QLenMax, Queue length (maximum) [m]						
* QSTOPS: QStops, Queue stops						
* SimRun	TimeInt	QueueCounter	QLen	QLenMax	QStops	
*						
\$QUEUECOUNTEREVALUATION:SIMRUN	TIMEINT	QUEUECOUNTER	QLEN	QLENMAX	QSTOPS	
61	0-3600	1	26,4	189,01	41	
61	0-3600	2	53,16	234,99	98	
61	0-3600	3	57,52	234,86	113	
61	0-3600	4	49,88	168,46	57	
61	0-3600	5	59,43	168,53	72	
61	0-3600	6	25,98	100,16	77	
61	0-3600	7	34,54	100,55	113	
61	0-3600	8	34,34	100,72	113	
61	0-3600	9	5,18	26,29	9	
61	0-3600	10	18,14	81,44	44	
62	0-3600	1	12,77	104,57	155	
62	0-3600	2	22,6	168,21	385	
62	0-3600	3	23,51	168,09	410	
62	0-3600	4	108,58	167,04	591	
62	0-3600	5	125,32	167,11	701	
62	0-3600	6	22,76	140,7	397	
62	0-3600	7	32,02	141,09	595	
62	0-3600	8	33,58	141,26	615	
62	0-3600	9	3,84	27,16	38	
62	0-3600	10	53,68	175,49	405	
63	0-3600	1	13,76	104,56	168	
63	0-3600	2	22,37	156,5	392	
63	0-3600	3	22,6	156,37	410	
63	0-3600	4	119,11	167,05	637	

63	0-3600	5	125,38	167,12	699	
63	0-3600	6	26,33	150,7	421	
63	0-3600	7	35,74	151,08	606	
63	0-3600	8	41,13	151,25	676	
63	0-3600	9	4,27	75,63	41	
63	0-3600	10	57,42	172,73	448	
64	0-3600	1	13,76	104,56	168	
64	0-3600	2	22,37	156,5	392	
64	0-3600	3	22,6	156,37	410	
64	0-3600	4	119,11	167,05	637	
64	0-3600	5	125,38	167,12	699	
64	0-3600	6	26,33	150,7	421	
64	0-3600	7	35,74	151,08	606	
64	0-3600	8	41,13	151,25	676	
64	0-3600	9	4,27	75,63	41	
64	0-3600	10	57,42	172,73	448	

Table of Travel Times					
File: F:\diplomka\postup od 7,11					
Comment:					
Date: 8, listopadu 2016 14:33:54					
PTV Vissim 8,00-00 [55370]					
Time	No,	Veh	VehType	Trav,	Delay,
40,4	1	4	100	26,6	4,1
58	1	31	100	24,4	1,3
59,3	1	35	100	23,1	0,5
126,5	1	48	100	72,3	49,3
144,6	1	67	200	73,3	48,7
146,5	1	100	100	48,4	27,5
151,9	1	120	100	41,8	19,1
227,8	1	159	100	76,5	54,3
230,4	1	163	100	76	54,4
233,6	1	164	100	77,9	53
243,1	1	174	100	75,1	54,2
245,5	1	175	100	75,8	54,3
247,5	1	207	100	52,1	30,5
253,6	1	229	100	40,2	16,2
328	1	286	100	51	28,2
329,7	1	303	100	37,9	15,2
334	1	304	600	39,6	15

363,1	1	369	100	21,9	0,3
435,1	1	409	100	53,7	30,4
443,2	1	415	100	58,5	35,6
445	1	443	100	24,5	1
449,3	1	448	100	24,3	0,3
543,2	1	509	100	63,3	40,5
546,8	1	526	100	49,7	24,9
550,7	1	531	100	50,6	27,3
634	1	603	100	56,6	34,9
639,9	1	612	100	45,6	24,5
645,3	1	622	100	39	14,6
646,4	1	634	600	33,5	12
764	1	766	600	22,9	0
838,8	1	810	100	58,9	34,8
860,2	1	821	200	71,3	47,9
867,9	1	822	100	78,8	56
869,5	1	829	100	73,9	52,3
872	1	847	100	62	37,8
928	1	852	200	116,3	91,3
941,8	1	882	100	104,5	82,6
943,5	1	897	100	98,6	77,3
948,5	1	945	100	58,6	37,1
957,4	1	958	100	54,1	29,6
963,9	1	983	100	45,4	22,4
1029,5	1	1052	100	31,7	8,3
1032,9	1	1069	100	22,9	0,5
1129,9	1	1136	100	50,7	29,1
1135,2	1	1147	100	45	22,5
1140,4	1	1156	100	37,9	13,7
1228,6	1	1218	100	57	34,2
1239	1	1237	100	43,5	21,1
1246,4	1	1250	100	35,2	13,7
1334,4	1	1319	100	60,6	37,4
1343,6	1	1333	600	58,7	34,6
1364,6	1	1392	100	21,7	0,1
1427,4	1	1406	100	59,6	34,4
1429	1	1424	100	45,5	23,4
1438,8	1	1428	200	47,6	23,3
1468,2	1	1483	100	27,2	3,7
1469,4	1	1484	100	26,9	4,6
1530,6	1	1503	100	66,4	45,1
1531,8	1	1512	100	57,3	35,2
1555	1	1565	100	23,7	0
1569	1	1579	100	24,5	0
1625,8	1	1591	100	72,6	51,2

1665,3	1	1667	100	22,1	0
1726,7	1	1671	100	73,5	49,6
1752,4	1	1760	100	24,8	1,3
1759,2	1	1766	100	25,1	0
1827,2	1	1799	100	53,5	32,4
1839,1	1	1819	100	45	20,8
1840,3	1	1836	100	28,9	7,2
1934	1	1902	100	55,3	31,4
1937,3	1	1915	100	46,3	23
2033,1	1	2016	100	31,6	9,8
2042,3	1	2035	100	31,5	10
2144,8	1	2079	100	91	69,9
2146,6	1	2103	100	69,4	46,6
2151,2	1	2115	100	62,3	39,7
2158,3	1	2130	100	57,8	33,3
2162,7	1	2167	100	29	4,9
2226,6	1	2181	100	76,7	53,3
2245,6	1	2219	100	60,4	37,3
2250,7	1	2268	100	24,8	0,7
2267,7	1	2288	100	23,8	0
2327,1	1	2291	100	79,8	56,1

